

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2011

Petra FIALOVÁ

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

**HODNOCENÍ VLIVU JEDNORÁZOVÉHO A OPAKOVANÉHO DECHOVÉHO
CVIČENÍ S RESPIRAČNÍ POMŮCKOU THRESHOLD PEP NA AUTONOMNÍ
REAKTIVITU**

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Petra Fialová, fyzioterapie
Vedoucí práce: prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.
OLOMOUC 2011

Jméno a příjmení autora: Bc. Petra Fialová

Název diplomové práce: Hodnocení vlivu jednorázového a opakovaného dechového cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na autonomní reaktivitu

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

Rok obhajoby diplomové práce: 2011

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv jednorázového a opakovaného dechového cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na autonomní reaktivitu u zdravých probandů. Reaktivita autonomního nervového systému byla měřena pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence telemetrickým diagnostickým systémem VarCor PF7. Měření se zúčastnilo 26 studentek Univerzity Palackého v Olomouci s věkovým průměrem 23,5 ($\pm 2,5$) let. Devět probandů cvičilo s Threshold PEP třikrát denně po dobu tří týdnů, zbylých 17 probandů tvořilo kontrolní skupiny. Při jednorázovém i opakovaném cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP se nám podařilo nalézt statisticky významné změny některých parametrů spektrální analýzy.

Klíčová slova: autonomní nervový systém, spektrální analýza, variabilita srdeční frekvence, respirační sinusová arytmie

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Petra Fialová

Title of the master thesis: Evaluation of influence of single and repeated training of breathing with respiratory instrument Threshold PEP on autonomic nervous systém

Department: Department of Physiotherapy

Supervisor: prof. MUDr. Jaroslav Opavský, CSc.

The year of presentation: 2011

Abstract: The aim of this diploma thesis was to examine the influence of single and repeated breathing training with the respiratory instrument Threshold PEP on autonomic nervous reactivity in healthy probands. Reactivity of the autonomic nervous system was measured by means of spectral analysis of heart rate variability using the telemetric diagnostic system VarCor PF7. The measurement was carried out on 26 female students of the Palacký University in Olomouc with the mean age of 23.5 (± 2.5) years. Nine probands exercised with Threshold PEP three times a day for three weeks, the remaining 17 probands formed control groups. We have managed to find statistically significant changes in some parameters of the spectral analysis after single and repeated breathing training with the respiratory instrument Threshold PEP.

Keywords: autonomic nervous system, spectral analysis, heart rate variability, respiratory sinus arrhythmia

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením prof. MUDr. Jaroslava Opavského, CSc. a konzultantky Mgr. Kateřiny Neumannové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 14. 7. 2011

.....

Děkuji vedoucímu práce prof. MUDr. Jaroslavovi Opavskému, CSc. a konzultantce Mgr. Kateřině Neumannové, Ph.D., za pomoc a cenné rady, které mi poskytli při zpracování diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Dagmar Sigmundové, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat.

Obsah

1 ÚVOD	10
2 PŘEHLED POZNATKŮ	12
2.1 AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM.....	12
2.1.1 Centrální, periferní a enterický autonomní nervový systém	12
2.1.1.1 Sympatikus	13
2.1.1.2 Parasympatikus.....	14
2.2 REGULACE ČINNOSTI SRDCE AUTONOMNÍM NERVOVÝM SYSTÉMEM.....	15
2.2.1 Aktivita sympatiku	15
2.2.2 Aktivita parasympatiku	16
2.2.3 Interakce sympatiku a parasympatiku	17
2.2.4 Baroreceptory	17
2.2.5 Vnitřní frekvence srdce	18
2.2.6 Vnitřní nervový systém srdce.....	18
2.2.7 Průměrná frekvence srdce	18
2.2.8 Variabilita srdeční frekvence.....	19
2.3 VYŠETŘOVÁNÍ AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU	20
2.3.1 Test hlubokého dýchání	20
2.3.2 Valsalvův manévr.....	20
2.3.3 Ortostatický test.....	21
2.3.4 Srovnání tradičních metod vyšetřování autonomního nervového systému a vyšetření variability srdeční frekvence.....	21
2.4 HODNOCENÍ VARIABILITY SRDEČNÍ FREKVENCE.....	23
2.4.1 Historie hodnocení variability srdeční frekvence.....	23
2.4.2 Hodnocení variability srdeční frekvence časovou a frekvenční analýzou	24
2.4.2.1 Časová analýza variability srdeční frekvence	24
2.4.2.2 Frekvenční analýza variability srdeční frekvence	24
2.4.3 Základní frekvenční pásma variability srdeční frekvence.....	25
2.4.4 Parametry a definice parametrů spektrální analýzy variability srdeční frekvence..	26
2.4.5 Diagnostické systémy pro vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence	29
2.4.6 Standardizace vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence.....	29

2.5 VLIV DÝCHÁNÍ NA AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	31
2.5.1 Respirační sinusová arytmie.....	31
2.5.1.1 Význam respirační sinusové arytmie	32
2.5.1.2 Vliv centrálních struktur na respirační sinusovou arytmií	32
2.5.1.3 Vliv plicních reflexů na respirační sinusovou arytmií	32
2.5.1.4 Vliv CO ₂ , pH a O ₂ na respirační sinusovou arytmií	33
2.5.1.5 Vliv baroreceptorů na respirační sinusovou arytmií	33
2.5.1.6 Vliv reflexní činnosti pravé předsíně na respirační sinusovou arytmií	33
2.5.1.7 Vlivy lokálních mechanismů na respirační sinusovou arytmií	33
2.5.2 Vliv řízeného a spontánního dýchání na změny parametrů spektrální analýzy variability srdeční frekvence	34
2.5.2.1 Dechová cvičení	34
2.5.2.2 Frekvence dýchání.....	35
2.5.2.3 Jogová cvičení a meditace.....	37
2.5.2.4 Instrumentální techniky respirační fyzioterapie	38
2.5.3 Vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence u vybraných respiračních onemocnění	40
2.5.3.1 Asthma bronchiale.....	40
2.5.3.2 Chronická obstrukční plicní nemoc.....	42
2.5.3.3 Sarkoidóza.....	43
2.5.3.4 Cystická fibróza.....	44
3 CÍLE A HYPOTÉZY	45
3.1 HLAVNÍ CÍL	45
3.2 DÍLČÍ CÍLE	45
3.3 NULOVÉ HYPOTÉZY	45
3.4 VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	46
4 METODIKA.....	48
4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU	48
4.2 TECHNIKY SBĚRU DAT	49
4.2.1 Hodnocení variability srdeční frekvence.....	49
4.2.2 Anamnéza.....	49

4.2.3	Dotazník na autonomní funkce	50
4.2.4	Vyšetření nervosvalové dráždivosti	50
4.2.5	Kineziologický rozbor a posturální stabilita	50
4.2.6	Vyšetření zkrácených svalů, zvýšeného svalového napětí a reflexních změn	50
4.3	PRŮBĚH VYŠETŘENÍ.....	51
4.3.1	Vyšetření ve skupině A	51
4.3.2	Vyšetření v kontrolní skupině B.....	52
4.3.3	Vyšetření v kontrolní skupině C.....	52
4.4	CVIČENÍ S RESPIRAČNÍ POMŮCKOU THRESHOLD PEP.....	53
4.5	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	55
5	VÝSLEDKY	56
5.1	VÝSLEDKY NULOVÝCH HYPOTÉZ.....	56
5.1.1	Výsledky k hypotéze H_{01a}	56
5.1.2	Výsledky k hypotéze H_{01b}	59
5.1.3	Výsledky k hypotéze H_{02}	62
5.1.4	Výsledky k hypotéze H_{03a}	66
5.1.5	Výsledky k hypotéze H_{03b}	70
5.2	VÝSLEDKY VÝZKUMNÝCH OTÁZEK	73
5.2.1	Výsledky k výzkumné otázce $Vo1$	73
5.2.2	Výsledky k výzkumné otázce $Vo2$	74
5.2.3	Výsledky k výzkumné otázce $Vo3$	75
5.2.4	Výsledky k výzkumné otázce $Vo4$	78
5.2.5	Výsledky k výzkumné otázce $Vo5$	81
6	DISKUZE.....	82
7	ZÁVĚR.....	94
8	SOUHRN	96
9	SUMMARY	97
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	99
11	PŘÍLOHY.....	107

1 ÚVOD

Homeostáza a integrita organismu je udržována autonomním nervovým systémem (ANS), který reaguje na veškerou tělesnou i duševní činnost. Jedná se o otevřený, dynamický a vysoce koordinovaný systém, který společně s imunitním a endokrinním systémem citlivě reguluje odpovědi organismu na vnější i vnitřní podněty (Opavský, 2004; Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Spektrální analýza (SA) variability srdeční frekvence (VSF) je jednoduchá, neinvazivní metoda sloužící k zhodnocení kardiovaskulární regulace zprostředkované činností ANS. Základem metodiky je monitorování časových rozdílů mezi po sobě následujícími srdečními stahy vyjádřenými R-R intervaly křivky EKG. Časové intervaly jsou transformovány do frekvenčních hodnot, čímž vzniká výkonové spektrum v rozsahu 0,02-0,5 Hz. Pásmo 0,02-0,05 (VLF – very low frequency) je nejvíce ovlivněno aktivitou sympatiku a současně nejméně ovlivněno aktivitou vagu. Je modulováno termoregulační aktivitou cév, hladinou cirkulujících katecholaminů a renin-angiotenzinovým systémem. Pásmo 0,05-0,15 Hz (LF – low frequency) je obrazem aktivity sympatiku i parasympatiku a je ovlivněno aktivitou baroreceptorů a současně vazomotorickou aktivitou. Pásmo 0,15-0,5 Hz (HF – high frequency) je téměř výhradně ovlivněno kolísáním aktivity parasympatiku způsobenou respirační sinusovou arytmií (RSA) (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004; Šiška & Opavský, 2005; Šiška, Kudláček, Štěrbová a Stejskal, 2009).

RSA je dána fyziologickou interakcí mezi ventilací a cirkulací a je ukazatelem aktivace vagu při výdechu. Při expiriu se prodlužují RR-intervaly, srdeční frekvence se zpomaluje. Naopak při inspiriu se RR-intervaly zkracují a srdeční frekvence se zrychluje. VSF je synchronizována s dýcháním a je závislá na centrálních i periferních kontrolních mechanismech. Frekvence a hloubka dýchání a také pravidelnost dechových cyklů spolu s mírou aktivace dýchacích svalů značně ovlivňují RSA (Van de Louw, Médigue, Papelier a Cottin, 2008; Javorka, 2008).

Dýchání je u člověka řízeno ANS, může však být částečně regulováno vůlí. Podvojně řízení respirační funkce umožňuje prostřednictvím dýchání a dechových cvičení zasáhnout do volní motorické aktivity a také do mimovolního aktuálního svalového tonu a do činnosti vnitřních orgánů (Kolisko et al., 2001; Opavský et al., 1999).

Dysfunkce ANS je podstatnou součástí patogeneze respiračních onemocnění (Pichon, de Bisschop, Diaz a Denjean, 2005). Pacienti trpící **astma bronchiale** mají tendenci k převažující aktivitě parasympatiku pozorované u dospělých (Opavský, 2002; Pichon,

de Bisschop, Diaz a Denjean, 2005; Tsai, Lai, Chen a Jeng, 2011; Sato, Kawamura a Abo, 2010; Campbell et al., 2006; Aboussafy, Campbell, Lavoie, Aboud a Ditto, 2005) i u dětí (Ostrowska-Nawarycz, Wroński, Błaszczuk a Nawarycz, 2006). Aktivita vagu způsobuje zúžení průdušek a také změny muskarinových receptorů, které mohou vést k hypersenzitivě dýchacích cest a následně k další bronchokonstrikci. Zánět dýchacích cest, který je charakteristický pro bronchiální astma mění kontraktilní vlastnosti a také autonomní regulaci hladkého svalstva (Pichon, de Bisschop, Diaz a Denjean, 2005). U pacientů s **chronickou obstrukční plicní nemocí** byly zaznamenány redukované hodnoty spektrálních ukazatelů VSF (Carvalho et al., 2011; Gunduz et al., 2009; Camillo et al., 2008; Van Gestel et al., 2011, Bédard, Marquis, Poirier a Provencher, 2010; Reis et al., 2010). Také u všech pacientů se **sarkoidózou** dochází ke snížení VSF v porovnání s kontrolní skupinou, výrazněji více však u pacientů se sarkoidózou spojenou s postižením srdce (Tiran et al., 2004; Uslu et al., 2006). Ke změnám autonomní reaktivity naopak nedochází u dospělých pacientů trpících **cystickou fibrózou** (Szollosi, King, Wilson a Naughton, 2009).

Přístroje Threshold IMT a Threshold PEP patří mezi instrumentální techniky plicní rehabilitace a používají se pro ovlivnění pohybových stereotypů spojených s dýcháním, zvýšení síly, vytrvalosti a koordinace dechového svalstva, dále k zlepšení mobility hlenu z periferních do centrálních dýchacích cest a k usnadnění expektorace. Přístroje je možné využít nejen u onemocnění respiračního systému, ale také u ostatních onemocnění spojených s poruchami dýchání (Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006; Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005).

Základní premisí předkládané diplomové práce je, že pomocí cílené volby cvičení můžeme diferencovaně ovlivňovat ANS a celkový zdravotní stav cvičence (Opavský et al., 1999; Kolisko, Jandová a Salinger, 2004). Vzhledem k velmi časté dysfunkci ANS u respiračních onemocnění považujeme za důležité prozkoumat možnosti ovlivnění autonomní reaktivity pomocí technik respirační fyzioterapie. Před provedením výzkumu u pacientů s onemocněním dýchací soustavy byla proto navržena a provedena tato pilotní studie vyšetřovaná u skupiny zdravých dobrovolníků.

Hlavním cílem práce je posoudit, zda při jednorázovém a opakovaném cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP dochází ke změnám reaktivity autonomního nervového systému u skupiny zdravých probandů. Dosažené hodnoty jsou následně porovnány s hodnotami u kontrolních skupin, které tato cvičení neprováděla. Autonomní reaktivita je měřena pomocí metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF).

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Podle Koliska, Jandové a Salinger (2004) je autonomní nervový systém (ANS) hlavní regulační mechanismus zodpovědný za udržení integrity organismu jako celku. Jedná se o otevřený, dynamický a vysoce koordinovaný systém reagující na informace z vnitřního i zevního prostředí.

Autonomní nervový systém je převážně nezávislý na vědomých funkcích centrální nervové soustavy (CNS), bývá proto označován jako autonomní. Do určité míry je však modulován mozkovou kůrou a limbickým systémem. ANS lze vědomě ovlivňovat a trénovat např. cvičením, otužováním, klimatoterapií, balneoterapií, jógou aj. ANS spolu s hypothalamem a limbickým systémem zodpovídá za řízení respiračních a kardiovaskulárních funkcí, hormonální regulaci organismu a činnost žláz, řízení termoregulace a metabolismu, vnitřních orgánů, kosterního svalstva, hladké svaloviny orgánů, cév a kůže, dále řídí biorytmy, reprodukci a kvalitu psychických funkcí (Jandová, 2009).

ANS je tvořen soustavou neurovegetativních, fyzikálních, chemických a hormonálních regulačních mechanismů zabezpečujících dynamickou rovnováhu vnitřního prostředí - homeostázu organismu. Vedoucí úlohu zaujímá nervová složka. Efektory jsou srdeční a hladká svalovina, žlázy a cévy. ANS zodpovídá za zásobení všech orgánů, buněk a tkání kyslíkem, vodou, vitamíny a stopovými prvky, živinami, hormony a působky. ANS reaguje na podněty z vnějšího i vnitřního prostředí, zabezpečuje funkci žláz a humorálního, imunitního a lymfatického systému. Spolupracuje s hypothalamem, diencefalem a dalšími strukturami centra a spodiny mozku (Irmíš 2007; Jandová, 2009; McCorry, 2007).

Podle Benarocha in Tonhajzerová et al. (2007) představuje ANS integrovaný regulační systém s řídicí funkcí visceromotorických, neuroendokrinních a behaviorálních odpovědí organismu.

2.1.1 Centrální, periferní a enterický autonomní nervový systém

Z hlediska neuroanatomického a histochemického (podle zastoupení - převahy mediátorů) v určité anatomické lokalitě je ANS didakticky rozdělen na tři části: centrální, periferní a enterickou. Enterická, intramulární část je tvořena střevním systémem a viscerálními orgány. Centrální část je složena ze vzestupných, ascendentních a sestupných, descendentních drah, které jsou napojeny na míšní vegetativní centra. Do centrální části zahrnujeme mozkovou kůru, mezimozek, struktury limbického systému, hypothalamu

a vegetativní centra prodloužené míchy. Aferentní dráhy periferní části ANS jsou jednoneuronové, eferentní jsou dvouneuronové (pregangliové a postgangliové), vzájemně spojeny synapsí. Těla pregangliových neuronů jsou uložena v laterální šedi ve viscerálním sloupci spinální míchy a homologních jádrech hlavových nervů. Jedná se o většinou myelinizovaná, relativně pomalá vlákna typu B, která divergují na 8-9 postgangliových neuronů. Těla postgangliových neuronů jsou vždy umístěna mimo CNS a jejich axony jsou většinou nemyelinizovaná vlákna typu C, končící na viscerálních efektorech. Z funkčního a morfologického hlediska dělíme sestupné dráhy ANS na sympatikus a parasympatikus. (Irmiš, 2007; Ganong, 2005; Jandová, 2009).

2.1.1.1 Sympatikus

Sympatikus zodpovídá za funkce ergotropní (aktivace organismu ve stresu a v nebezpečí), jedná se o systém převážně adrenergní (mediátorem postgangliových neuronů je noradrenalin a adrenalin, které působí na příslušné α receptory a adrenalin a β receptory sympatiku cílových orgánů) (Ambler, 2006; McCorry, 2007; Nevšimalová, Růžička a Tichý, 2002).

Sympatikus není homogenní, rozlišují se dva druhy receptorů, které fungují de facto protipólně: α receptory a β receptory. Tyto receptory se vzájemně doplňují a zpravidla stimulace jednoho vede k inhibici druhého. Postsynaptický α_1 receptor způsobuje relaxaci hladké svaloviny. Presynaptický alfa2-receptor reguluje reuptake (re-absorpci) noradrenalinu. Činnost receptorů β není zatím zcela objasněna a je předmětem dalších výzkumů. Receptory β se dále dělí na β_1 , β_2 a β_3 (Veselský, 2001; Van Baak, 2001).

První sympatické pregangliové neurony jsou uloženy v zóně intermedia hrudní a bederní míchy. Jejich axony vystupují předními kořeny jako rami communicantes albi směrem k paravertebrálnímu sympatickému gangliovému kmeni (truncus sympatikus), kde většina z nich končí na tělech postgangliových neuronů, jejichž axony vstupují do útrob různými sympatickými nervy nebo se vracejí z řetězce ganglií jako rami communicantes grisei do míšních nervů a společně s nimi směřují k autonomním efektorům a orgánům. Tvoří tak reflexní okruh, který je modulován zpětnou vazbou mezi receptorem a efektor. Postgangliové nervy hlavy u sympatiku vycházejí z ganglion stellatum, které leží v kranální části prodloužení sympatického gangliového řetězce a dále ze středního a horního sympatického ganglia. Hlavní účinky sympatiku jsou na krevní oběh. Zvyšuje frekvenci srdce a převod vzruchů ze síně na komory (pozitivní chronotropní, inotropní a dromotropní efekt). Pomocí vazokonstrikčních nervových vláken sympatikus zužuje cévy ve větší části velkého oběhu.

V kosterním svalstvu naopak arterie rozšiřuje pomocí sympatických vazodilatačních vláken. V plicích vyvolává rozšíření bronchů, bronchodilataci. V oku rozšíření zornice, mydriázu a kontrakci m. dilatator pupillae. Zvyšuje sekreci potu a způsobuje kontrakci pilomotorických hladkých svalů. Dále způsobuje kontrakci hladkého svalstva vasa deferentia a semenných váčků. Sympatikus tlumí motilitu žaludku, tenkého střeva a zvyšuje tonus svěračů (Irmíš, 2007; Ganong, 2005; Nevšimalová, Růžička a Tichý, 2002).

2.1.1.2 Parasympatikus

Parasympatikus zabezpečuje funkce trofotropní, umožňuje restituci sil a je systémem cholinergním (mediátorem je acetylcholin, který je současně mediátorem pregangliových a některých postgangliových neuronů sympatiku a působí na receptory nikotinového a muskarinového typu) (Ambler, 2006; McCorry, 2007; Nevšimalová, Růžička a Tichý, 2002).

V současné době rozlišujeme pět různých podtypů muskarinových receptorů (M1-M5) a dva postreceptorové systémy druhých poslů. Jednotlivé podtypy muskarinových se vyskytují v různé míře ve všech orgánech inervovaných parasympatikem (Slíva & Minarik, 2008).

Kraniosakrální parasympatikus má dlouhé axony pregangliových neuronů, které přichází bez přerušení do blízkosti cílových orgánů, kde jsou teprve přepojeny na druhý, postgangliový neuron. Kraniální výstupy parasympatiku vycházejí z pregangliových neuronů ležících v jádrech hlavových nervů. N. oculomotorius ovlivňuje pomocí m. ciliaris akomodaci oka a prostřednictvím m. sphincter pupillae vyvolává miózu zornice. Vlákná n. facialis zvyšují sekreci slzných, podčelistních a podjazykových žláz. Činnost příušní slinné žlázy inervuje n. glossopharyngeus. Hlavním parasympatickým nervem je n. vagus. Jeho vlákna (r. cardiaci) inervují v myokardu sinoatriální i atrioventrikulární uzly a svalovinu síní, zčásti i komor. Pravostranná vlákna n. vagus vedou především do pravé předsíně a do oblasti sinoatriálního uzlu a zpomalují frekvenci srdce (negativně chronotropní efekt), levostranná vlákna vedou hlavně k uzlu atrioventrikulárnímu a zpomalují rychlost vedení vzruchu (negativně dromotropní efekt). N. vagus dále způsobuje bronchokonstrikci průdušek, zvyšuje sekreci trávicích šťáv žaludku a slinivky, zvyšuje motilitu trávicího systému a vyvolává relaxaci sfinkterů. Sakrální část parasympatiku vystupuje z postranních rohů šedé hmoty míšní cestou pánevních větví druhého až čtvrtého křížového nervu a inervuje pánevní orgány. Ovlivňuje sexuální funkce, podílí se na vyprazdňování močového měchýře a defekaci (Irmíš 2007; Ganong, 2005; Nevšimalová, Růžička a Tichý, 2005).

2.2 REGULACE ČINNOSTI SRDCE AUTONOMNÍM NERVOVÝM SYSTÉMEM

Činnost srdce je regulována především periferním ANS, který podléhá řízení z vyšších etází CNS (mozková kůra a limbický systém, hypotalamus, prodloužená mícha a spinální mícha) a dále je ovlivňován periferními vstupy z receptorů. Tento systém umožňuje neustále přizpůsobovat srdeční činnost aktuální situaci. Tato proměnlivost - variabilita je odrazem komplexních regulačních mechanismů a dalších vlivů, mezi které patří např. věk, dědičnost, pohlaví, fyzický a psychický stav jedince. Odpovědi kardiovaskulárního systému se projevují změnami krevního tlaku, srdeční frekvence, objemu srdečního výdeje a v celkové periferní cévní rezistenci. ANS koordinovaně přizpůsobuje reakce organismu změnám vnějšího a vnitřního prostředí (Javorka, 2008; Tonhajzerová et al., 2007).

2.2.1 Aktivita sympatiku

Působení sympatiku na srdce je pozitivně inotropní, chronotropní, batmotropní a dromotropní. Práce je pro srdce energeticky náročnější. Sympatikus také zhoršuje perfúzi myokardu frekvencí, krevním tlakem, koronární vazokonstrikcí a zvýšením aktivity trombocytů. Působením sympatiku na cévy nastává vazokonstrikce (Kantor, 2003).

Centrální struktury sympatiku, které ovlivňují srdeční činnost se nacházejí v nucleus intermediolateralis C8 - L3 v laterální rozích spinální míchy. Jsou ovlivněny aktivitou chemoreceptorů, náplní předsíní, silou kontrakce komor (baroreflexy), tlakem krve a dalšími strukturami CNS (např. dechovým centrem v prodloužené míše). Eferentní vlákna sympatiku pro srdce vychází z míšních segmentů C₈ – Th₄ (nn. cardiaci superiores, medii, inferiores) a inervují oblast síní i komor. Spolu s vlákny vagu jsou součástí plexus cardiacus, který inervuje vodivé i kontraktilní části srdce. Pravostranný sympatikus inervuje více sinoatriální uzel (SA), levostranný inervuje více uzel atrioventrikulární (AV). Reflexní a tonická aktivita sympatiku vede k uvolňování noradrenalinu a dalších neurotransmiterů (např. ATP a neuropeptid Y). Chronotropní účinek sympatiku je spojen s aktivací adenylátcytázy a zvýšením koncentrace cAMP v SA a AV uzlu i v dalších strukturách vodivého systému srdce. Toto ovlivní propustnost f-kanálů a zvýší I_f, tím stoupne prepotenciál v SA uzlu. Tato aktivita sympatiku v srdci je umožněna β-adrenergickými receptory, kdy receptory β₁ způsobují inotropní efekt a receptory β₁ i β₂ pozitivní chronotropní efekt (Javorka, 2008; Opavský, 2002; Ganong, 2005; Van Baak, 2001).

2.2.2 Aktivita parasympatiku

Parasympatikus má na srdce negativní inotropní, dromotropní, chronotropní a batmotropní účinek, zvyšuje vodivost draslíku a snižuje aktivitu kontraktálních elementů (Kantor, 2003).

Centrální uložení parasympatiku, který inervuje srdce, je v nucleus dorsalis n. vagi a nucleus ambiguus v prodloužené míše. Aktivace vagu je podmíněna neurony sympatiku ve ventrální části nucleus tractus solitarii. Spontánně za klidových podmínek nevznikají ve vagových srdečních neuronech žádné fázické depolarizace. Eferentní parasympatiková vlákna pro srdce jsou rami cardiaci (superiores, medii, inferiores) obou nn. vagi. Jejich ganglia jsou uložena přímo v srdci a jako součást plexus cardiacus vstupují do SA a AV uzlu. Pravostranná vlákna n. vagus vedou především do pravé předsíně a do oblasti SA uzlu a zpomalují frekvenci srdce (negativně chronotropní efekt), levostranná vlákna vedou hlavně k uzlu AV a zpomalují rychlost vedení vzruchu (negativně dromotropní efekt). Základem účinku vagu v srdci je působení acetylcholinu na muskarinové receptory M_2 . Acetylcholin stimuluje vazbu regulačního proteinu G_i s guanozintrifosfátem, který způsobuje inhibici adenylátcyklázy. To vede ke snížení nitrobuňčného cAMP a v důsledku toho k negativní chronotropní odpovědi inhibicí především tzv. funny-kanálů (f-kanály). F-kanály jsou aktivovány hyperpolarizací a jsou propustné pro ionty Na^+ i K^+ . Při zvýšení nitrobuňčné koncentrace cAMP vniká Na^+ do buňky (proud I_f , funny proud, též pacemakerový proud) a zvýší se rychlost pomalé diastolické depolarizace. Ovlivnění I_f acetylcholinem je základem působení vagu na srdeční frekvenci. Acetylcholin dále zvyšuje aktivitu muskarinových receptorů regulačními proteiny G_i a G_o (tyto jsou spojeny s draslíkovými kanály ($I_{k, ACh}$) pomocí zvýšení permeability membrán sinoatriálních buněk pro draslík. Otevřou se další K^+ kanály a nárůstem permeability membrány pro K^+ dojde k hyperpolarizaci, to způsobí opoždění spontánní depolarizace a zpomalení frekvence srdce. Negativní chronotropní efekt může být způsoben také presynapticky, kdy acetylcholin inhibuje uvolňování noradrenalinu ze zakončení nervů sympatiku. Acetylcholin se rychle tvoří, uvolňuje i inaktivuje (acetylcholinesterázou), jeho účinek doznívá v průběhu 1,5-2 s (přenos rytmických impulzů při frekvenci 0,5 - 0,7 Hz). Efekt vagu se tak projevuje už v průběhu jediného úderu srdce a umožňuje okamžitou („beat-to-beat“) regulaci srdeční frekvence, na rozdíl od efektu sympatiku, který je výrazně pomalejší, což souvisí s pomalým metabolismem noradrenalinu (Javorka, 2008; Opavský, 2002; Ganong, 2005).

2.2.3 Interakce sympatiku a parasympatiku

Základem regulace kardiovaskulárního systému je sympatiko-vagová rovnováha. Sympatikus a parasympatikus jsou neustále ve vzájemných interakcích od centrálních struktur až po postgangliová zakončení. Interakce se uplatňují na úrovni presynaptické, interneuronové i postsynaptické. Terminální vlákna ANS jsou často lokalizována v srdci v těsné blízkosti a vytvářejí tak morfologický i funkční celek, ve kterém je umožněna difúze neurotransmiterů na krátké vzdálenosti. Oba systémy jsou tak neustále mezi sebou ovlivňovány a vzájemně se přizpůsobují k dosažení programového cíle. ANS funguje většinou v reciprocitě. Činnost acetylcholinu a norepinefrinu vede ke komplexní interakci na úrovni SA-uzlu a tím je komplexně ovlivňována srdeční frekvence. Efekty sympatiku a parasympatiku na jednotlivé orgány jsou většinou opačné (Javorka, 2008; Tulppo, Mäkikallio, Seppänen, Airaksinen a Huikuri, 1998).

2.2.4 Baroreceptory

Pro posouzení vlivu ANS na funkce kardiovaskulárního systému je nutné zohlednit nejen vlivy ANS na myokard, ale také jeho účinky na celý oběhový systém, které se projevují aktivací baroreflexů a dalších regulačních homeostatických mechanismů (Opavský, 2002; Jíra, 2009).

Honzíková (2004) označuje činnost baroreflexů jako klíčovou v regulaci krevního tlaku.

Baroreceptory patří mezi mechanoreceptory a reagují na napětí a deformaci cévních a srdečních stěn způsobenou změnami tlaku krve. Stimulace baroreceptorů vede ke komplexní odpovědi (změny srdeční frekvence a kontraktility a řízení tonu odporových i kapacitních cév). Protahení cévní stěny deformuje membránu, dojde k otevření mechanosenzitivních kanálů a vstupu vápníkových a sodíkových iontů do buněk. Velikost receptorového potenciálu závisí na velikosti mechanického podráždění (Jíra, 2009; Honzíková, 2004).

Arteriální cirkulace je snímána receptory lokalizovanými v levé komoře, karotickém sinu a aortálním oblouku. Nízkotlaková část cirkulace je snímána receptory stěn pravé a levé síně a v plicním oběhu. Dostředivé informace jsou přiváděny do prodloužené míchy (především oblast nucleus tractus solitarii) cestou n. vagus a n. glosopharyngeus. Eferentní výstup aktivace baroreceptorů směřuje k srdci cestou n. vagus (tak dochází např. ke snížení srdeční frekvence při vzestupu systolického krevního tlaku) a dále jsou aktivovány vazomotorické mechanismy (při vzestupu tlaku krve dojde zpětnovazebně k vasodilataci). Eferentní autonomní inervace arteriol, rezistentních cév, ale i žil je především otázkou

sympatiku. Většina noradrenergických vláken vyvolává (aktivací receptorů α_1 , výjimečně i α_2) vazokonstrikci. Výjimku tvoří cévy kosterního svalstva, které obsahují navíc vlákna cholinergní vyvolávající vasodilataci (Opavský, 2002; Jíra, 2009).

2.2.5 Vnitřní frekvence srdce

Vnitřní (intrinsec) frekvence srdce (IFS) je dána aktivitou pacemekrových buněk SA uzlu a není závislá na ANS. IFS klesá s věkem. Hodnoty IFS je možné vypočítat ze vzorce ($IFS = 118,1 - (0,57 \times \text{věk})$). Hodnota IFS může být ovlivněna fyzikálně (např. mechanické vlivy dýchání, teplota), chemicky i vlivem krevního zásobení SA uzlu (a. centralis) (Javorka, 2008; Pokrovskii, 2006).

Generátor vnitřní frekvence srdce udržuje životní funkce (především funkci srdeční pumpy) v případě, že se centrální nervový systém ocitne v hluboké inhibici. Hierarchie dvojího řízení srdečního rytmu zabezpečuje spolehlivost a dokonalou funkci tvorby srdečních vzruchů a tím fungování celého organismu (Pokrovskii, 2006).

2.2.6 Vnitřní nervový systém srdce

Vedle depolarizace SA uzlu je srdeční frekvence dále ovlivňována vnitřním nervovým systémem. Systém je heterogenní a chemicky různorodý a je složen z komplexní nervové sítě složené z neuronů, ganglií a vláken, která odpovídá na různé neurotransmitery a syntetizuje různé látky. Neurony tohoto systému vykazují spontánní aktivitu, která je ovlivněna zpětnou vazbou činnosti srdce, ale také neuronů uložených mimo srdce. Účinek tohoto systému na srdeční frekvenci zatím nebyl zcela objasněn, nicméně je podle některých autorů považován za druhý intrakardiální generátor srdečního rytmu (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

2.2.7 Průměrná frekvence srdce

Průměrná frekvence srdce (PFS) se měří v klidu po dobu jedné minuty. Její hodnota je značně individuální. Faktory, které ji ovlivňují, jsou především: věk, pohlaví, zdravotní stav a trénovanost. PFS je důležitým ukazatelem aktuálního stavu organismu. V průběhu dne a noci kolísá PFS v rozsahu 45-95/min. Toto kolísání je způsobeno celou řadou vnitřních i vnějších vlivů a je znakem fyziologicky regulovaného srdce (Javorka, 2008).

Tepová frekvence je ukazatelem mortality u zdravé populace i u hypertoniků, starších osob, pacientů po infarktu myokardu, se srdečním selháním a s metabolickým syndromem. Předpokládá se, že klidová tachykardie zkracuje délku života. Není však zcela jasné, zda se

jedná pouze o aktivitu sympatiku nebo zde zasahují další patofyziologické mechanismy (Špinar & Vítovec, 2009).

Sinusová bradykardie je snížení PFS pod 60/min. Může být způsobena zvýšením tonu parasympatiku nebo poklesem tonu sympatiku (fyziologický efekt adaptace na fyzickou zátěž, dechové cvičení, apod.). Může také vzniknout z patologických příčin, případně jako důsledek léčby (Javorka, 2008; Špinar & Vítovec, 2009).

Sinusová tachykardie je zvýšení PFS nad 85-90/min. Vyskytuje se i fyziologicky u zdravých osob při fyzické, duševní nebo emoční zátěži, nebo i v klidu u hypokinetických jedinců a také v těhotenství. Zvýšením srdeční frekvence zvyšuje srdce minutový srdeční výdej a zabezpečuje dostatečné prokrvení orgánů (Javorka, 2008; Špinar & Vítovec, 2009).

Okamžitá frekvence srdce (OFS) je přepočítání hodnoty aktuálního RR-intervalu na hodnotu PFS tak, aby takto dlouhé RR-intervaly trvaly po dobu jedné minuty. OFS využíváme mimo jiné také při hodnocení variability srdeční frekvence (VSF), která je dána proměnlivostí (nestejnou dobou trvání) RR-intervalů, neboli doby mezi dvěma srdečními systolami (Javorka, 2008).

2.2.8 Variabilita srdeční frekvence

Variabilita srdeční frekvence (VSF) je dána souhrou centrálních integračních systémů a periferních excitačních a inhibičních mechanismů, jejichž vzájemná interakce vede k rytmickému kolísání srdeční frekvence s určitými determinovanými periodicky se opakujícími ději s určitými amplitudami. VSF reflektuje celkovou regulaci srdeční aktivity převážně přes ANS (Javorka, 2008).

VSF neboli variabilita trvání RR intervalů má své mechanismy, zákonitosti a typy. VSF zobrazuje chronotropní regulaci činnosti srdce, umožňuje posoudit stav autonomního a intrakardiálního nervového systému a vypovídá o stavu srdce. Snížení VSF může signalizovat poruchy regulace, dysfunkce ANS a sníženou schopnost odpovědi srdce (Javorka, 2008).

Snížená VSF je některými autory považována za časný a velmi citlivý ukazatel přechodu mezi zdravím a nemocí. Můžeme ji považovat za indikátor rizika spojeného s rozvojem nejrůznějších onemocnění, zejména esenciální arteriální hypertenze, diabetes mellitus, metabolického syndromu a dyslipidémie, ischemické choroby srdeční, stavů po infarktu myokardu, chronického srdečního selhání, kardiomyopatií, synkopálních stavů, srdečních arytmií a syndromu spánkové apnoe (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošiková a Fráňová, 2005).

2.3 VYŠETŘOVÁNÍ AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU

ANS je v klinické praxi vyšetřován posouzením změn srdeční frekvence a tlaku krve pomocí funkčních reflexních autonomních zkoušek. Jedná se o testy komplexních odpovědí kardiiovaskulárního systému, tzv. kardiiovaskulární testy. Do výsledků těchto testů se vedle stavu ANS promítá také morfoloický a fyziologický (příp. patofyziologický) stav mnoha dalších struktur (endokrinní systém, srdce, cévy, hladká svalovina, receptory, objem krve a další) (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

Hosová, Jirkovská a Bouček (2001) označují jako zlatý standard diagnostiky ANS baterii kardiiovaskulárních reflexních testů navrženou Ewingem. V testech je využívána VSF při hlubokém dýchání, Valsalvově manévru, ortostáze, reakci systolického krevního tlaku na aktivní ortostázu a izometrický handgrip, který se však už pro nízkou senzitivitu nevyužívá.

2.3.1 Test hlubokého dýchání

Při testu hlubokého dýchání zjišťujeme aktivitu parasymptiku. Vyšetřovaná osoba klidně sedí a zhluboka dýchá po dobu jedné minuty. Frekvence dýchání je šest dechů za minutu, kdy pět sekund představuje nádech nosem a stejnou dobu trvá výdech ústy, přičemž hloubka vdechu a výdechu musí přesáhnout polovinu vitální kapacity plic vyšetřovaného. Amplituda RSA je určena podílem I/E (podíl maximální OFS při nádechu a minimální OFS při výdechu), tzn. podíl nejdelšího a nejkratšího RR intervalu, nebo jejich rozdílem (I-E) (Abd El Dayem, Battah a Soliman, 2011; Montesano et al., 2010).

2.3.2 Valsalvův manévr

Valsalvův manévr je běžný jev, setkáváme se s ním fyziologicky při zvedání těžších předmětů, zvracení, defekaci, porodu atd. Činností výdechového svalstva stoupá nitrohrudní tlak a dochází k zadržení dechu a omezení žilního návratu. Odpovědí organismu je změna srdeční frekvence, tlaku krve a periferního cévního odporu (Javorka, 2008).

Po hlubokém nádechu vydechuje vyšetřovaná osoba proti odporu 40 mm Hg po dobu 15 s. Výsledkem testu je Valsalvův poměr, který udává poměr nejdelšího RR intervalu těsně po provedení manévru a nejkratšího RR intervalu v době manévru (Abd El Dayem, Battah a Soliman, 2011; Montesano et al., 2010).

2.3.3 Ortostatický test

Ortostatický test je možné využít pro zjišťování reaktivity ANS, endokrinního a kardiovaskulárního systému. Ortostatické reakce mohou být sledovány pasivní ortostáziou vyšetřovaného na sklopném stole (head-up tilt test-HUT) nebo aktivním postavením se. Ve vertikální poloze se hromadí krev v kapacitních cévách dolních končetin, pánevní a gluteální oblasti. Tato situace způsobí pokles koncového diastolického objemu levé komory. Pokles objemu levé komory podráždí baroreceptory v oblouku aorty a v sinus caroticus, čímž dochází k aktivaci sympatiku a zvýšení diastolického krevního tlaku, srdeční frekvence a mírnému poklesu systolického krevního tlaku (Hruboň, Lacko, Urban, Straka a Bestvina, 2005; Mokry, Remeňová a Javorka, 2006)

Výsledkem sledování srdeční frekvence je více indexů, např. poměr 30:15 (poměr délek intervalů v 30. a 15. vteřině po postavení), dále index RR_{max}/RR_{min} , $RR_{max}-RR_{min}$, $RR_{max}-RR_{klidový}$, brake index a další. Vedle srdeční frekvence se při zkoušce zaznamenávají a vyhodnocují změny systolického krevního tlaku (Abd El Dayem, Battah a Soliman, 2011; Opavský, 2002).

2.3.4 Srovnání tradičních metod vyšetřování autonomního nervového systému a vyšetření variability srdeční frekvence

Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková (2010) považují tradiční metody testování ANS pomocí kardiovagálních testů dle Ewinga za nedostatečné. Vytýkají jim především nízkou validitu a reprodukovatelnost. Zároveň udávají, že pomocí těchto testů nemůžeme detailněji odlišit vliv sympatické a parasympatické složky ANS na funkci testovaných fyziologických systémů, především kardiovaskulárního.

Naopak spektrální analýzu variability srdeční frekvence popisují jako spolehlivou a reprodukovatelnou metodu, pomocí které můžeme zjistit aktivitu parasympatiku a také bilanci vagu a sympatiku (Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010).

Podobně také Olšovský & Svačinová (2005) považují Ewingovu baterii testů za náročnou na čas a spolupráci pacienta a upřednostňují vyšetření VSF, které označují pro potřeby klinické praxe jako výhodnější.

Také dle Opavského (2004) byly indexy navržené Ewingem opakovaně kritizovány pro nízkou validitu. Na rozdíl od krevního tlaku, který je významně modulován humorálními vlivy, jsou změny frekvence srdce mnohem citlivějším ukazatelem aktivity ANS. Uvedené zkoušky dle Ewinga umožňují posouzení pouze aktivity vagu, projevující se v jednotlivých zkouškách kardiodecelerací, aktivita sympatiku se dala posoudit pouze při jeho těžkém

postižení podle nedostatečné odpovědi změny krevního tlaku při ortostatické zkoušce a izometrickém handgripu. Registrace a hodnocení dynamických odpovědí sympatiku ani posouzení změn sympatikovagové rovnováhy nelze těmito způsoby vyšetřit.

Podle Botka, Stejskala, Jakubce a Kaliny (2004) umožňuje také metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence hodnocení pouze aktivity vagu. Na aktivitu sympatiku je možno usuzovat jen nepřímo z vybraných poměrů mezi jednotlivými spektrálními komponentami.

2.4 HODNOCENÍ VARIABILITY SRDEČNÍ FREKVENCE

2.4.1 Historie hodnocení variability srdeční frekvence

Periodické změny srdeční frekvence byly pozorovány ještě mnohem dříve, než bylo možné jejich exaktní zachycení, popis a hodnocení. Už ve starém Egyptě a Číně se užívalo pulzu ke stanovení diagnózy (Kantor, 2003; Javorka, 2008).

Roku 1733 Stephen Hales poprvé změřil tlak krve u koně a konstatoval periodické změny krevního tlaku a srdeční frekvence v souvislosti s dýcháním. Detailnější zkoumání proměnlivosti RR intervalů a záznamů dlouhodobé i krátkodobé VSF v souvislosti s dýcháním umožnil začátkem 20. století Einthoven vynálezem elektrokardiogramu. První klinické využití významu VSF předvedli porodníci a neonatologové. Hon a Lee v roce 1965 zjistili, že určitému nebezpečí poškození plodu předcházely ještě před očekávanými změnami tepové frekvence změny její variability. Rozvoj počítačů a moderních matematických metod umožnilo popis VSF v různých fyziologických podmínkách. Kosinorova metoda (Halberg a spol.) umožnila přesnou kvantifikaci a statistickou analýzu biologických rytmů (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Javorka, 2008).

Jako první využil metodu spektrální analýzy VSF Sayers (1997), který je v této souvislosti nejčastěji citován. Toto tvrzení zpochybňuje Opavský (2002), který připisuje prioritu objevení metody českým autorům Peňázovi a Fišerovi (1966).

VSF dále hodnotili Porges a spol. a Akselrod matematickou metodou spektrální analýzy. Stejnou metodu použili Peňáz a Honzíková na hodnocení změn krevního tlaku a Siegelová na vzor dýchání. Koncem 70. let byla poprvé publikována studie popisující zvýšenou mortalitu a četnost arytmiických příhod u pacientů po infarktu myokardu v souvislosti se sníženou VSF. Od té doby bylo publikováno mnoho prací z různých oborů medicíny, zabývajících se hodnocením VSF (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Javorka, 2008).

Z důvodu nejednotnosti výsledků různých metod měření VSF uvedených ve studiích byl v roce 1996 vydán soubor doporučení pod názvem: Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use společností Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (Kantor, 2003).

Na práci se podílela výzkumná skupina 17 odborníků v oblasti SA VSF v čele s předsedou Markem Malikem (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996).

2.4.2 Hodnocení variability srdeční frekvence časovou a frekvenční analýzou

VSF je závislá na komplexním působení regulačních mechanismů, především ANS. Hodnocení VSF je založeno na monitorování oscilací po sobě následujících stahů srdce, které jsou na EKG vyjádřeny jako RR intervaly (Mainardi, 2009; Jakubec et al., 2004).

Délky RR intervalů jsou zpracovány časovou nebo frekvenční analýzou nebo jinými metodami (grafickými metodami nebo nověji metodami nelineární dynamiky) (Javorka, 2008; Bai, Li, Zhou a Li, 2009).

2.4.2.1 Časová analýza variability srdeční frekvence

Časová metoda (time-domain) je jednoduchá metoda hodnocení VSF. V průběhu Holterovského měření EKG jsou zaznamenávány odchylky (časové intervaly) mezi po sobě následujícími komplexy QRS, označované jako RR nebo NN (normal-to-normal) intervaly. Nejčastěji se vyhodnocuje SDNN (standart deviation of the NN-intervals). Dále je možné vypočítat průměrnou hodnotu mocniny rozdílu délky po sobě následujících intervalů R-R (tzv. MSSD), NN50 (počet NN intervalů delších než 50ms), pNN50 (podíl NN50 a celkového počtu NN intervalů) (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Dantas et al., 2010).

Javorka (2008) doporučuje časovou analýzu pro hodnocení dlouhodobých záznamů (minimálně 18 hodin hodnotitelného záznamu, včetně celé noci). Pro záznam je klíčové zachycení rozdílů denních a nočních hodnot. Dále je časová analýza vhodná k hodnocení funkčních testů (testy klidného a hlubokého dýchání, Valsalvův manévr, ortostatickou zkoušku a izometrický hangrip test).

Frekvenční analýzu upřednostňuje Javorka (2008) v hodnocení krátkých záznamů. Při použití frekvenční analýzy je pro standardizovaný výsledek nutná délka záznamu minimálně pět minut.

2.4.2.2 Frekvenční analýza variability srdeční frekvence

Frekvenční metoda analyzuje časové řady RR intervalů hodnocením intenzity oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvencích (výkonová spektrální hustota, power spectral density). Součet výkonových spektrálních hustot na všech frekvencích určitého frekvenčního pásma se označuje jako spektrální výkon (power), představující plochu pod křivkou určenou výkonovými spektrálními hustotami v daném spektrálním pásmu (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010).

Pro určení spektra se nejčastěji využívají neparametrické nebo parametrické metody. Výsledky obou metod jsou srovnatelné (Javorka, 2008).

Nepravidelný průběh VSF je rozložen na pravidelné cykly, představující jevy ovlivňující průběh srdeční frekvence. Nejčastěji se k tomu používá tzv. Fourierova transformace (short-time Fourier transform (STFT), selective discrete Fourier transform algorithm (SDA), Wigner-Ville distribution (neparametrické metody) nebo autoregresivní model (parametrická metoda) (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Martinmäki, Rusko, Saalasti a Kettunen, 2005).

Posouzení VSF frekvenční analýzou (frequency-domain) umožňuje metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF). Jedná se o moderní, neinvazivní metodu, kdy transformací časových rozdílů do frekvenčních hodnot vzniká modifikované výkonové spektrum v rozsahu 0,02-0,5 Hz (tzn. 1,2-30 periodických změn za minutu) (Mainardi, 2009; Jakubec et al., 2004).

Výkonové spektrum v krátkodobých záznamech dělíme do tří základních spektrálních komponent: VLF (very low frequency, v rozsahu 0,02-0,05 Hz), LF (low frequency, v rozsahu 0,05-0,15 Hz) a HF (high frequency, v rozsahu 0,15-0,5 Hz) (Jakubec et al., 2004; Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005; Šiška & Opavský, 2005).

Ze studií 24 hodinových dlouhodobých záznamů byla vysledována další komponenta spektra: ULF (ultra low frequency, v rozsahu 0-0,0033 Hz) (Šiška & Opavský, 2005; Opavský, 2002).

2.4.3 Základní frekvenční pásma variability srdeční frekvence

1. **Pásmo s ultranízkou frekvencí ULF** (ultra low frequency, v rozsahu 0-0,0033 Hz, v dlouhodobých, obvykle 24 hodinových záznamech). S frekvencí jeden cyklus za den reflektuje cirkadiánní změny tonu ANS. Pásmo ULF je ovlivněno fyzickou aktivitou i zdravotním stavem. Mechanizmy podílející se na genezi této složky spektra jsou zatím neznámé. Patrně se jedná o zvýrazněné vlivy termoregulační a hormonální (Javorka, 2008; Opavský, 2002).
2. **Pásmo s velmi nízkou frekvencí VLF** (very low frequency, v rozsahu 0,02-0,05 Hz v krátkodobých záznamech). Původ frekvenčního pásma VLF není zcela znám, předpokládá se možná účast cirkulujících katecholaminů, termoregulační vazomotorické aktivity, renin-angiotensinového systému (Šiška & Opavský, 2005; Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005).

3. **Pásmo s nízkou frekvencí LF** (low frequency, v rozsahu 0,05-0,15 Hz v krátkodobých záznamech). Podle většiny autorů odráží pásmo LF aktivitu baroreceptorů (které jsou ovlivňovány parasymptikem i sympatikem) a současně vazomotorickou aktivitou (Mayerovy tlakové vlny představující pomalé změny tlaku krve). Výsledný spektrální výkon v pásmu LF je obrazem aktivity sympatiku, ale také vagu (Šiška, Kudláček, Štěrbová a Stejskal, 2009; Šiška & Opavský, 2005).
4. **Pásmo vysoké frekvence HF** (high frequency, v rozsahu 0,15-0,5 Hz v krátkodobých záznamech). HF složka odráží aktivitu vagu a je způsobena kolísáním aktivity parasymptiku způsobené RSA (Šiška, Kudláček, Štěrbová a Stejskal, 2009; Šiška & Opavský, 2005).

Spíše než vlivem změn tonu vagu je HF složka dána fyzickým vlivem modulace vagu, způsobenou téměř okamžitými změnami koncentrace acetylcholinu. Zvýšení aktivity v pásmu HF je fyziologicky možné vyvolat manévry zvyšujícími aktivitu parasymptiku, např. chladová stimulace tváře, nebo farmakologicky podáním atropinu (Javorka, 2008).

2.4.4 Parametry a definice parametrů spektrální analýzy variability srdeční frekvence

Nejčastěji hodnocenými parametry SA VSF jsou:

- **PSD VLF, PSD LF, PSD HF:** spektrální výkonové hustoty ve výkonových pásmech VLF, LF a HF. Základní vypočtené parametry, od kterých jsou odvozeny další parametry. Charakterizují aktuální stav ANS
- **Freq. VLF, Freq. LF, Freq. HF:** charakterizují umístění maxim PSD na frekvenční ose v daném frekvenčním pásmu
- **Power VLF, Power LF, Power HF:** spektrální výkony (integrální velikosti) v pásmech VLF, LF a HF (ms^2)
- **Total Power:** celkový spektrální výkon (ms^2), daný součtem Power VLF, LF a HF
- **Rel HF, Rel LF, Rel VLF:** relativní zastoupení jednotlivých komponent (%)
- **Ratio VLF/HF, VLF/LF, LF/HF:** poměry spektrálních výkonů jednotlivých pásem
- **CCV VLF, CCV LF, CCV HF:** koeficienty variace v pásmech HF, LF a VLF

(Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010; Salinger et al., 2004).

Definice parametrů spektrální analýzy variability srdeční frekvence:

PSD (výkonová spektrální hustota): power spectral density je dána rozdílem výkonové spektrální hustoty S_{xx} datového souboru $x(t)$ a absolutní hodnoty vzájemné výkonové spektrální hustoty S_{xy} datových souborů $x(t)$ a $y(t)$:

PSD = $S_{xx} - S_{xy} = F[x(t)] \cdot F^*[x(t)] - F[x(t)] \cdot F^*[y(t)]$, kde je: [ms²/Hz]

$x(t)$: soubor hodnot R-R intervalů analyzovaného úseku

$Y(t)$: pomocný soubor vytvořený zdvojením souboru $x(t)$ pro výpočet dle algoritmu CGSA

$F[x(t)]$: Fourierova transformace funkce $x(t)$

$F^*[x(t)]$: komplexně sdružená Fourierova transformace $x(t)$

$F^*[y(t)]$: komplexně sdružená Fourierova transformace funkce $y(t)$ (Salinger et al., 1994).

Power VLF, Power LF, Power HF (spektrální výkon):

Spectral power v jednotlivých frekvenčních pásmech VLF, LF, HF. Hodnoty výkonu jednotlivých komponent jsou obvykle udávány v absolutních hodnotách a ukazují velikost aktivity frekvenční komponenty v měřeném intervalu (Salinger & Gwozdziwicz in Javorka, 2008).

$\text{POWER VLF} = \int_{0.01}^{0.05} PSD df [\text{ms}^2]$	$\text{POWER LF} = \int_{0.05}^{0.15} PSD df [\text{ms}^2]$	$\text{POWER HF} = \int_{0.15}^{0.5} PSD df [\text{ms}^2]$
--	---	--

Total power (celkový spektrální výkon): **TOTAL POWER = POWER VLF + POWER LF + POWER HF [ms²]**

Relative spectral power (relativní spektrální výkon):

$$\text{REL. POWER VLF (LF, HF)} = \frac{\text{POWER VLF (LF, HF)}}{\text{TOT POWER}} \quad [\%]$$

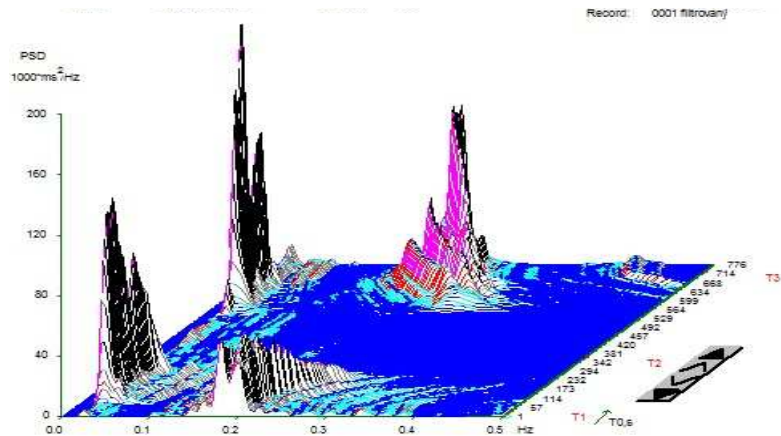
Ratio of the spectral power (poměr spektrálního výkonu):

RAT. VLF/HF = POWER VLF/ POWER HF

RAT. VLF/LF = POWER VLF/ POWER LF

RAT. LF/HF = POWER LF/ POWER HF (Salinger & Gwozdziwicz in Javorka, 2008).

Obrázek 1. Grafické znázornění výsledků spektrální analýzy variability srdeční frekvence



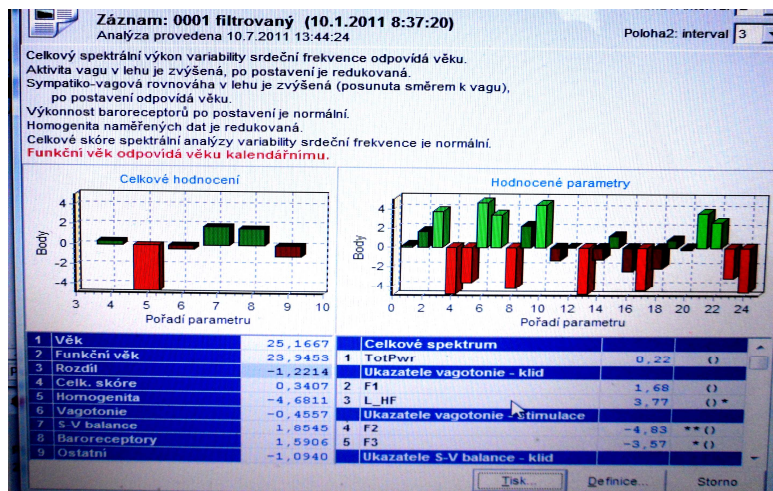
Obrázek 2. Výsledky parametrů spektrální analýzy

Záznam: 0001 filtrovaný (10.1.2011 8:37:20) Hardware: VarCor PF7
 Typ analýzy: VLF, okno: 256 Analýza provedena 10.7.2011 13:46:46
 Hranice pásem [Hz]: VLF: 0,020, LF: 0,050, HF: 0,150
 Spektr. osa [Hz]: 0,500 Interval: 3

	Průměr	Sm. odch.	Sm. odch. %		
Power VLF	104,91	4,95	4,72	CCV VLF	0,9196
Power LF	76,55	11,75	15,35	CCV LF	0,7856
Power HF	2258,49	67,98	3,01	CCV HF	4,2671
PSD VLF	9437,39	1921,45	20,36	Rel. VLF	4,30
PSD LF	5790,65	979,38	16,91	Rel. LF	3,14
PSD HF	103066,55	1016,00	0,99	Rel. HF	92,56
Freq. VLF	21,34	1,15	5,38	NN50	155
Freq. LF	61,70	6,96	11,28	pNN50	51,67
Freq. HF	216,45	1,22	0,57	MSSD	4662,25
VLF/HF	0,0465	0,0034	7,39	Total power	2439,94
LF/HF	0,0338	0,0043	12,77	Breath freq.	12,0 ± 0,5
VLF/LF	1,4147	0,3174	22,44		
RR	1,1137	0,0732	6,57		

Jednotky: Power [ms²], PSD [ms²/Hz], Freq [mHz], R-R [s], Breath freq. [breaths/min]

Obrázek 3. Výsledky věkově standardizovaných komplexních indexů



2.4.5 Diagnostické systémy pro vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence

Moderní diagnostické systémy musí splňovat následující požadavky: mikropočítačový hardware; telemetrický přenos datových souborů pro provádění vyšetření v přirozených podmínkách pohybu; hodnocení datových souborů pomocí moderních matematicko-statistických metod; výpočet norem a jejich neustálé zpřesňování a hodnocení výsledků počítačem (Salinger & Gwozdziwicz in Javorka, 2008; Salinger et al., 1999).

Katedry biomechaniky a technické kybernetiky, fyzioterapie a funkční antropologie a fyziologie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci ve spolupráci s Ústavem fyziologie Univerzity Komenského v Martině vyvinuly systémy umožňující hodnocení VSF v časové i frekvenční oblasti. Nejstarší systém **VariaPulse PF3** využíval k telemetrickému přenosu RR intervalů INFRA-zdroje. Časové rozlišení EKG signálu byla 1 ms. V dalším systému **VariaCardio TF4** je telemetrický přenos RR intervalů a také EKG signálu (s přesností 2 ms) zabezpečen pomocí radiového signálu (pásmo UHF). V systému **VarCor PF6** je vyšetření řízeno pomocí kapesního počítače (typ iPAQ). Systém **VarCor PF7** sdružuje výhody předchozího systému, navíc je vybaven USB výstupem pro připojení k počítači (Salinger & Gwozdziwicz in Javorka, 2008; Salinger et al., 2004).

Obrázek 4. Systém VarCor PF7 (Salinger & Gwozdziwicz in Javorka, 2008)



2.4.6 Standardizace vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence

Pro validní a reprodukovatelné výsledky SA VSF k diagnostice i monitorování stavu ANS je nutná standardizace vyšetření. VSF je ovlivňován mnoha faktory a reaguje na velké množství podnětů. Zásadní a nesporný vliv na výsledek vyšetření má věk osoby. Všeobecně je akceptováno postupné snižování spektrálního výkonu s přibývajícím věkem, především v pásmu HF (Opavský, 2002; Javorka, 2008).

Dále je VSF ovlivněna dalšími vnějšími a vnitřními faktory. Mezi vnější faktory patří: tělesné a psychické zatížení jedince, poloha těla, denní doba a klimatické podmínky. Vnitřní faktory zahrnují vedle věku také zdravotní stav jedince i případné patologické jevy v organismu, dále pohlaví, nutriční a aktivitu CNS, dechovou frekvenci a dechový objem, krevní plyny a další (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004; Javorka, 2008).

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro validní výsledky i správnou interpretaci výsledků je dechový vzor (vzájemný vztah mezi dechovým objemem a frekvencí dýchání). Opavský (2002) udává nutnost dodržení dechové frekvence větší než 12-15 dechů za minutu, protože při nižší dechové frekvenci se HF složka prolíná do spektrálního výkonu složky LF a výsledky jsou tímto významně zkresleny.

Nejpoužívanější metodou pro vyšetření SA VSF je metoda LEH-STOJ-LEH. Při aktivním postavení se (ortostatická zkouška) nebo pasivní vertikalizaci (test na nakloněné rovině, head-up tilt test) dochází k fyziologickému poklesu celkového spektrálního výkonu. Zvýšením aktivity v pásmu LF a naopak snížením v pásmu HF se zvýší poměr LF/HF. Důvodem těchto změn je snížení aferentní stimulace z deaktivovaných sinoaortálních baroreceptorů a následný vzestup eferentní sympatické stimulace a pokles eferentní vagové stimulace. Výsledkem je zvýšení oscilačního výkonu baroreceptorů, které se projeví relativním zvýšením výkonu komponenty LF (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Změny aktivity ANS se projeví ve spektrálním výkonu jednotlivých složek výkonového spektra. Komponenty spektra jsou zobrazeny na trojrozměrném grafu. Pozornost je věnována především složce HF, kdy v lehu č. 2 při fyziologické regulaci VSF dochází k „přestřelení“ odpovědi vagu a zvýraznění komponenty HF i u takových vyšetření, kdy byla aktivita v pásmu HF interferujícími faktory jinak potlačena (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Pro validní výsledek vyšetření SA VSF je nutné, aby výsledky pro hodnocení vycházely pouze ze srdečních stahů sinusového původu. Toho je možné docílit eliminací ventrikulárních i supraventrikulárních extrasystol a všech dalších artefaktů. Výskytem artefaktů v měření se metoda stává méně spolehlivou (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Vyšetření SA VSF se provádí v ranních a dopoledních hodinách. Opakování vyšetření je nutné provádět vždy ve stejnou dobu. Testovaná osoba se musí vyvarovat konzumaci nápojů a stravy ovlivňující aktivitu sympatiku či parasympatiku (káva, čaj, alkohol a jiné stimulanty) a zvýšenému fyzickému nebo psychickému stresu (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004).

2.5 VLIV DÝCHÁNÍ NA AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Dýchání patří mezi základní, životně důležité funkce organismu úzce související s činností kardiovaskulárního systému. V závislosti na vnějších a vnitřních podmínkách je dýchání regulováno ANS (Kolisko et al., 2001).

Všechny složité děje probíhající v organismu a ovlivňující ANS se při použití SA VSF redukuje pouze na dvě základní součásti ANS – sympatikus a parasympatikus (resp. vagus), které kontinuálně regulují srdeční frekvenci. VSF je fyziologický ukazatel ovlivněný velkým množstvím fyzických i psychických faktorů, kdy nejvýznamnějším regulačním faktorem je právě dýchání. U mladých, zdravých osob s vysokou aktivitou vagu je typická zvýrazněná VSF, označovaná jako respirační sinusová arytmie (RSA) (Opavský et al., 1999).

2.5.1 Respirační sinusová arytmie

RSA reflektuje fyziologický vztah mezi dýcháním a oběhovou činností a je ukazatelem aktivace parasympatiku při výdechu. Ačkoli byl prokázán také tonický vliv sympatiku je RSA pokládána za index excitability parasympatiku, který je dán dynamickou rovnováhou obou systémů ANS. (Van de Louw, Médigue, Papelier a Cottin, 2008; Javorka, 2008; Opavský, 2002).

Při expiriu se prodlužují RR-intervaly, srdeční frekvence se zpomaluje. Naopak při inspiriu se RR-intervaly zkracují a srdeční frekvence se zrychluje. VSF je synchronizována s dýcháním a je závislá na centrálních i periferních kontrolních mechanismech. Frekvence a hloubka dýchání a také pravidelnost dechových cyklů spolu s mírou aktivace dýchacích svalů značně ovlivňují RSA (Van de Louw, Médigue, Papelier a Cottin, 2008; Javorka, 2008).

Amplituda RSA se zvyšuje při pomalém a hlubokém dýchání. Toto je pravděpodobně způsobeno pomalejším a kompletnějším rozkladem acetylcholinu, větším uvolněním SA uzlu z vlivu vagu a silnější tachykardickou reakcí v inspiriu. Vedle zvýšení aktivace vagu je zvýšení RSA také způsobeno v důsledku dějů probíhajících přímo v postgangliových zakončeních (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

Ke zvýraznění RSA dochází také při forsírovaných respiračních dějích jako je např. kašel nebo kýchání, kdy je zvýšená RSA způsobená baroreflexními mechanismy vyvolanými změnami krevního tlaku (Javorka, 2008).

2.5.1.1 Význam respirační sinusové arytmie

RSA pomáhá stabilizovat střední tlak krve, působí proti mechanickému vlivu intratorakálního tlaku na tlak arteriální. Dále pomáhá v plicích upravovat ventilačně-perfúzní poměr a zlepšuje tak výměnu dýchacích plynů. RSA šetří srdeční práci odstraňováním zbytečných stahů srdce při prodlouženém výdechu a při výdechové pauze (krátká apnoická pauza, která vzniká ihned po výdechu). Další význam RSA je klinicko-diagnostický. Změny odehrávající se délce RR-intervalů v důsledku RSA využíváme k posouzení funkčního stavu kardiovaskulárního systému při spontánním i volně regulovaném dýchání (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

2.5.1.2 Vliv centrálních struktur na respirační sinusovou arytmiu

Spontánní dýchání je řízeno především v oblasti pontu a oblongaty v kmenových strukturách mozku. Dechové centrum je složeno ze dvou skupin neuronů: dorzální (uložené blízko tractus solitarius) a ventrální (nucleus ambiguus a nucleus retro ambiguus prodloužené míchy; tato skupina je anatomicky úzce spojena s motorickým jádrem n. vagus, což objasňuje souvislost mezi dýcháním a vlivem vagu na srdeční rytmus). Neurony v těchto strukturách mozku se dělí na I-neurony, které vysílají impulsy v inspiriu a E-neurony, obdobně působící při expiriu. Medulární I-neurony svou aktivitou ovlivňují aktivitu vagových kardiomotorických pregangliových neuronů. Iradiací impulsů z respiračního do kardiomotorického centra se realizuje centrální generátor RSA. Při nádechu vzniká (za účasti acetylcholinu) postsynaptický inhibiční potenciál, vedoucí k hyperpolarizaci kardioinhibičních pregangliových neuronů. Srdeční frekvence se zrychluje z důvodu poklesu vlivu vagu na srdce. Ačkoli je prokázána existence a částečně i význam centrálních generátorů RSA, tak detaily o fungování interakce mezi respiračními a kardiovaskulárními centry, ani úloha mozkové kůry, retikulárního systému, limbického systému, hypotalamu a dalších částí CNS v generování RSA nejsou doposud známy (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

2.5.1.3 Vliv plicních reflexů na respirační sinusovou arytmiu

Podráždění aferentních vláken z receptorů rozpětí plic (tahové, napěťové receptory) je vyvoláno při inspiriu (inflaci v případě umělé ventilace) změnami tlaku a objemu v dýchacích cestách a plicích. Tím je inhibováno inspirační i kardioinhibiční centrum prodloužené míchy a zvyšuje se srdeční frekvence (Javorka, 2008; Opavský, 2002; Ganong, 2005).

2.5.1.4 Vliv CO₂, pH a O₂ na respirační sinusovou arytmií

Chemická regulace respiračního centra je podmíněna změnami alveolárního P_ACO₂ arteriálního PaCO₂ a O₂ a změnami koncentrace vodíkových iontů (H⁺). Alveolární P_ACO₂ se snižuje při nádechu, při výdechu se zvyšuje. Tyto změny přímo související s dýcháním se projeví díky fyzikálně-chemickým vlastnostem CO₂ se stejnou frekvencí také v hodnotách parciálního tlaku CO₂ v arteriální krvi (PaCO₂). Při klidném dýchání kolísá hodnota PaCO₂ v rozmezí ± 2-3 mm Hg a pH ± 0,03. Chemická kontrola plicní ventilace probíhá přes periferní chemoreceptory (především karotická tělíska), jejichž měnící se aktivita přispívá ke vzniku RSA a zesiluje amplitudu RSA. Periferní chemoreceptory reagují na střední hodnotu PaCO₂ (statická odpověď) a na rychlost a velikost změn PaCO₂ (dynamická odpověď) (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

2.5.1.5 Vliv baroreceptorů na respirační sinusovou arytmií

Při dýchání dochází ke změnám tlaku krve. Tyto změny jsou registrovány v arteriích i vénách pomocí baroreceptorů. V důsledku změn odehrávajících se v respiračním cyklu se mění citlivost baroreceptorů. Informace z baroreceptorů mohou být při nádechu částečně nebo zcela potlačeny vagovými motoneurony. Ale při výdechu se baroreceptorové regulační vlivy již uplatní (opět cestou n. vagus) a srdeční činnost se zpomalí (Javorka, 2008; Jíra, 2009; Van de Louw, Médigue, Papelier a Cottin, 2008).

2.5.1.6 Vliv reflexní činnosti pravé předsíně na respirační sinusovou arytmií

Akcelerace srdeční činnosti může být vyvolána zvýšeným rozpětím pravé předsíně velkým objemem krve nebo zvýšením venózního návratu při nádechu (Javorka, 2008; Van de Louw, Médigue, Papelier a Cottin, 2008).

2.5.1.7 Vlivy lokálních mechanismů na respirační sinusovou arytmií

Pacemakerové buňky jsou ovlivňovány mechanosenzitivními chloridovými kanály. Mechanickým napínáním SA uzlu je zvyšována tvorba vzruchů zrychlením spontánní depolarizace. Aktivita SA uzlu je tak ovlivňována mechanickým drážděním rozvíjením plic a změnami prokrvení a. centralis. Při klidovém dýchání je role lokálních mechanismů v ovlivňování RSA minimální. Naopak při pomalém a hlubokém dýchání, u forsírovaných dechových dějů jako je např. kašel nebo při přetlakové umělé ventilaci dochází k mohutným a prudkým výkyvům intratorakálního tlaku, transmurálního arteriálního tlaku a venózního

návratu a role lokálních mechanismů společně s baroreflexními mechanismy na RSA je klíčová (Javorka, 2008).

2.5.2 Vliv řízeného a spontánního dýchání na změny parametrů spektrální analýzy variability srdeční frekvence

U člověka existuje vedle autonomní také částečná volní regulace dýchání. Podvojně řízení respirační funkce umožňuje prostřednictvím dýchání zasáhnout do volní motorické aktivity a také do mimovolního aktuálního svalového tonu a do činnosti vnitřních orgánů (Kolisko et al., 2001; Opavský et al., 1999).

2.5.2.1 Dechová cvičení

Dechová cvičení mají velký vliv na autonomní funkce. Ovlivněním respiračních funkcí umožňují dechová cvičení zasáhnout do činnosti ANS a současně synchronizovat volní a mimovolní aktivity (Kolisko et al., 2001; Opavský et al., 1999).

Tohoto faktu je možné s úspěchem využít v léčebné terapii k ovlivnění funkčních poruch systémů, které jsou regulovány ANS. Vedle cílené léčebné tělesné výchovy existuje celá řada starších tradičních metod, využívaných v rekondici i prevenci, jako jsou jóga, tchaj-tí (taj-či), čchi-kung a další. Velké množství metod současné léčebné rehabilitace a fyzioterapie ovlivňuje autonomní funkce paralelně s hlavním terapeutickým cílem (Kolisko et al., 2001; Opavský et al., 1999).

Současný životní styl významně ovlivňuje kvalitu dýchání a všech fyziologických funkcí organismu člověka. Dlouhodobý sed v neergonomické pozici, hypokineze a stres významně omezují respirační pohyby, dýchání se stává nekvalitní a povrchní, dále dochází k oslabení břišního svalstva a ztrátě pružnosti hrudníku. Výsledkem jsou nesprávné dýchací návyky projevující se, dříve či později, na zdravotním stavu, fyzické a psychické kondici (Zdařilová, Opavský, Ošťádal a Riedl, 2004).

Pomocí různých typů cvičení je možné dosáhnout zvýšení vagové aktivity a současně příznivě ovlivnit kardiovaskulární a další systémy, včetně ovlivnění psychiky. Zvýšení vagové aktivity mění poměr aktivity sympatiku a vagu a přispívá (např. ve stresových situacích) k snížení nežádoucího vlivu sympatiku. Zvládání zátěžových situací v běžném životě a optimální modely zvládání těchto situací jsou jednou z podmínek úspěšné adaptace a integrace organismu v sociálním prostředí (Kolisko, Jandová a Salinger, 2004; Opavský et al., 1999).

Práce Opavského et al. (1999) zaměřená na vliv dýchání a pravidelných cvičení na ANS byla rozdělena do čtyř studií. První studie se zúčastnilo 18 zdravých probandů, průměrného věku 24 let. VSF byla vyšetřena během klidového spontánního nelokalizovaného dýchání; dále během nelokalizovaného dýchání s frekvencí 12 dechů za minutu a během lokalizovaného horního hrudního dýchání, lokalizovaného břišního (bráničního) dýchání a během dýchání s rezistovaným výdechem, všechny s frekvencí 12 dechů za minutu. Ve druhé studii byl hodnocen vliv standardizované sestavy cviků na VSF u 21 probandů se svalovými dysbalancemi ve věku 17-37 let. Cvičební sestavu prováděli probandí každý den po dobu šesti týdnů. SA VSF byla změřena na začátku a na konci období cvičebního programu. Ve třetí studii byly hodnoceny jógové pozice ryby a sfingy na SA VSF u devíti cvičenců jógy ve věku 21-24 let. Čtvrtá studie hodnotila vliv jednorázového provedení sestavy cvičení tchaj-t'í (taj-či) tai-či a zúčastnilo se jí devět zdravých osob ve věku 23-26 let pravidelně cvičících tchaj-t'í (taj-či).

Z jednotlivých studií vyplynulo, že břišní dýchání významně snížilo spektrální výkon v pásmu VLF (významný ukazatel aktivity sympatiku); dýchání proti odporu významně zvýšilo výkon složky HF (významný ukazatel aktivity parasympatiku); pravidelná cvičení zaměřená na ovlivnění svalových dysbalancí zvýšila u subjektivně zlepšených osob spektrální výkon složky HF; jógové pozice ryby i sfingy snížily výkon složky LF; sestava cvičení tchaj-t'í (taj-či) významně snížila výkon složky VLF (snížení aktivity sympatiku). Z uvedených výsledků vyplynulo, že cílená volba cvičení může diferencovaně ovlivňovat ANS a celkový zdravotní stav cvičence (Opavský et al., 1999).

2.5.2.2 Frekvence dýchání

Amplituda modulace ANS vázaná na respiraci je nepřímo závislá frekvenci dýchání. Tato amplituda, představující spektrální výkon v ms^2 , se zvyšuje v závislosti na dechovém objemu, který je určen vztahem mezi dechovou frekvencí a dechovým objemem v rámci dechového vzoru. Amplituda je ovlivněna vztahy mezi elasticitou plic, odporem dýchacích cest, aktivitou dýchacích svalů, poměrem ventilace a perfuze a její velikost (spektrální výkon) se zvyšuje během pomalého, prodlouženého dýchání (Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Volní regulace dýchání umožňuje: regulaci dechové frekvence; dechového objemu; poměru délky nádechu a výdechu; regulaci odporu dýchacích cest a svalového tonu nádechových a výdechových svalů (Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Dechová cvičení a některé techniky dýchání vedou k rytmizaci dechové frekvence a k stabilizaci dechového vzoru, které můžeme pozorovat při vyšetření SA VSF jako pravidelnou RSA. Amplitudovou modulaci respiračně vázané frekvence považujeme za dechově podmíněný vliv parasymptiku, protože se výrazně zvyšuje po aplikaci beta blokátorů a naopak snižuje po aplikaci atropinu. Mezi dechovým vzorem daným dechovou frekvencí a dechovým objemem a velikostí amplitudy respirační sinusové arytmie (spektrálním výkonem) existuje ne lineární, ale exponenciální vztah (Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Driscoll & Diccico (2000) ve své studii porovnávali vliv dýchání dle metronomu (12 dechů za minutu) a spontánního dýchání na autonomní reaktivitu. Na rozdíl od spontánního dýchání došlo při dýchání dle metronomu k zvýšení síly HF složky spektra a snížení poměru LF/HF. Na základě těchto výsledků autoři uvádějí, že dýchání dle metronomu zvyšuje aktivitu parasymptiku.

Studie Koliska et al. (2001) se zúčastnilo 74 zdravých, pravidelně cvičících osob věkovém rozmezí 20-25 let. Byly hodnoceny změny parametrů SA VSF v: 1. v lehu po ortostáze při rytmizované dechové frekvenci 12 dechů za minutu; a 2. v lehu po ortostáze při spontánním dýchání.

Výsledek studie potvrdil existenci významných rozdílů funkční aktivity ANS mezi spontánním a rytmizovaným dýcháním. V lehu po ortostáze při rytmizované dechové frekvenci 12 dechů za minutu dochází k signifikantnímu zvýšení parametrů charakterizujících aktivitu vagu (pásmo HF) a dále ke snížení parametrů ukazujících aktivitu sympatiku a baroreceptorů (pásmo LF a VLF). Celkový spektrální výkon se signifikantně zvyšuje.

Na rozdíl od rytmizovaného dýchání dochází u spontánního dýchání k signifikantnímu zvýšení výkonu v pásmu LF a snížení výkonu v pásmu HF. Nesignifikantně se zvyšuje spektrální výkon. Důvodem těchto změn je nejspíše zjištění, že při spontánním dýchání není rytmizace dechu a dechový objem stabilní, dochází k individuálním změnám vztahů mezi frekvencí a dechovým objemem a tím ke snížení spektrálního výkonu a změn poměrů výkonu v pásmech LF a HF (Kolisko et al., 2001).

U osob se spontánní bradyknoe pod 9 dechů za minutu se přesunuje respiračně vázaná frekvence do oblasti frekvenčního pásma LF a v tomto pásmu se stává dominantní. U těchto osob nelze správně interpretovat výsledky vyšetření SA VSF bez sledování dechové

frekvence. Rytmizace dýchání umožňuje při vyšetření SA VSF identifikovat a stabilizovat polohu respiračně vázané frekvence, reflektující aktivitu vagu. Při frekvenci dýchání 12 dechů za minutu je respiračně vázaná frekvence v pásmu 0,2 Hz (Kolisko et al., 2001; Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Pinna, Maestri, La Rovere, Gobbi a Fanfulla (2006) nezaznamenali žádné signifikantní změny tradičních indexů vyjadřujících autonomní reaktivitu při vyšetření SA VSF při dýchání o frekvenci 8 dechů za minutu (0,25 Hz) v porovnání se spontánním dýcháním. Studie byla provedena na 40 zdravých dobrovolníků ve středním věku v poloze v leže na zádech.

Sanderson et al. (1996) zkoumali vliv frekvence dýchání (10, 15, 20 dechů za minutu, neboli 0,17, 0,25 a 0,33 Hz) na parametry SA VSF u 11 pacientu se srdečním selháváním a u 10 zdravých osob. U obou skupin zaznamenali signifikantně vyšší sílu vysokofrekvenční složky spektra (HF) při dýchání o frekvenci 10 dechů za minutu než při dechové frekvenci 20 dechů za minutu v pozici v leže na zádech.

2.5.2.3 Jogová cvičení a meditace

Kolisko, Jandová a Salinger (2004) hodnotili SA VSF při rytimizaci slabiky (OM). Rytmizované slabiky jsou součástí jógových cvičení. Jedná se o tzv. mantry (slabiky, slova), které cvičenec zpívá nahlas nebo mentálně. Ve srovnání s prostým rytimizovaným dýcháním dochází při rytmizované fonaci slabiky ke zvýšení odporu dýchacích cest při výdechu vlivem zvýšeného napětí hlasivek. Projekce vláken bloudivého nervu v oblasti hrtanu, trachey a bronchů nejspíše způsobuje, že během fonace hlásky dochází k podráždění vláken n. vagus. Výsledkem je téměř trojnásobně větší spektrální výkon v oblasti frekvence vázané na dýchání.

Přímý vliv korových regulací na aktuální funkční stav ANS dokázali Kolisko, Jandová a Salinger (2004) během mentální koncentrace. Použita byla koncentračně meditační technika čakra-dharána. Při této technice dochází k rytimizaci dýchání, zpomalení dechové frekvence a prohloubení dýchání. Respiračně vázaná frekvence se přesouvá do oblasti pásma LF, které je v této situaci možno posuzovat za aktivitu parasympatiku. Spektrální výkon oblasti LF při provádění mentální koncentrace je výrazně vyšší než výkon při prosté rytmizované, prohloubené respiraci pravděpodobně vlivem korových regulací.

Vliv meditace na synchronizaci srdeční a dechové frekvence s ohledem na oscilace dýchání a modulace činnosti srdce vyvolané dýcháním (RSA) zkoumali Cysarz & Büsing

(2005). Ve studii použili čtyři rozdílná cvičení (spontánní dýchání, mentální úkol, Zen meditaci a Kinhin meditaci), které za sebou provádělo devět probandů většinou bez předchozích zkušeností s meditací. Současně byla měřena srdeční i dechová činnost. Oba typy meditace vykázaly vysokou míru synchronizace kardiorespiračních funkcí, zatímco při spontánním dýchání byla tato synchronizace jen málo znatelná. K vyšší synchronizaci srdeční činnosti a dýchání než při spontánním dýchání došlo také při provádění mentálního úkolu.

Tyto výsledky jsou vysokou měrou ovlivněny dechovou frekvencí (při obou meditacích je dýchání velmi pomalé), což vede k výrazným změnám RSA. Během meditací dochází k snížení síly vysokofrekvenční složky spektra (HF), zatímco nízkofrekvenční složka a míra RSA se zvyšuje. Činnost srdce primárně reaguje na fyzické úsilí člověka. Vysoká míra kardiorespirační synchronizace v průběhu meditace u probandů bez přechozí zkušenosti s meditací ukazuje, že vyvolání fyziologických důsledků meditace je možné i bez dřívější zkušenosti s prováděním meditace.

Jovanov (2005) ve svém výzkumu zkoumal vliv pomalého jogového dýchání (frekvence 1 dech za minutu) na autonomní reaktivitu před během a po cvičení. Při cvičení došlo k signifikantnímu vzestupu síly VLF spektra, která byla způsobena pomalým dýcháním a zkrácením RR intervalů. Po cvičení se signifikantně zvýšila RSA a poměr LF/HF a snížila se spontánní dechová frekvence a síla VLF složky spektra ve srovnání s hodnotami před zahájením cvičení.

2.5.2.4 Instrumentální techniky respirační fyzioterapie

2.5.2.4.1 Frolovův dýchací trenažér

Frolovův dýchací trenažér je dechová pomůcka u které je odpor proti nádechu i výdechu tvořen daným množstvím vody v pracovní nádobce. Odporované dýchání vede k aktivaci nádechového i výdechového svalstva (Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005).

Zdařilová, Opavský, Ošťádal a Riedl (2004) sledovali vliv jednorázového a opakovaného nácviku dýchání proti odporu (pomocí Frolova dýchacího trenažéru) na parametry SA VSF a základní ventilační funkce. Vyšetřeno bylo 20 zdravých osob ve věku 20-50 let a 7 osob s diagnostikovaným astma bronchiale (AB) ve věkovém rozmezí 11-50 let. Dýchání s pomůckou prováděli probandi dvakrát denně po dobu 28 dnů s odporem do nádechu i výdechu tvořeným 10 ml vody. Na začátku a na konci cvičebního programu byly změřeny základní ventilační funkce a SA VSF před a po cvičení s pomůckou. Po

jednorázovém cvičení s pomůckou na začátku i na konci cvičebního programu došlo u skupiny zdravých probandů k zvýšení ukazatelů POWER HF, TOTAL POWER, MSSD. Po 28 dnech cvičení s pomůckou došlo u zdravých probandů rovněž ke zvýšení POWER HF, TOTAL POWER, MSSD. U skupiny osob s AB došlo také k posunu ukazatelů SA VSF směrem k parasympatikotonii (zvýšení POWER HF, TOTAL POWER, MSSD) po prvním cvičení i po 28 dnech cvičení s pomůckou. Ukazatelé POWER VLF a POWER LF ukazující aktivitu sympatiku se na konci cvičebního programu u osob s AB oproti klidovým podmínkám před zahájením cvičení zvýšily. U zdravých osob dále došlo po 28 dnech cvičení s pomůckou k signifikantním změnám ve smyslu zvýšení ventilačních parametrů, zejména vitální kapacity. Pravidelný nácvik dýchání s pomůckou umožnil ovlivnit kvalitu a stereotyp dýchání. Problematika aktivity ANS a možnosti jejího ovlivnění pomocí respirační terapie u osob s AB však vyžaduje podle autorů další zkoumání.

2.5.2.4.2 Threshold PEP a Threshold IMT

Přístroje Threshold IMT a Threshold PEP se používají pro ovlivnění dýchání, zlepšení činnosti dechového svalstva (síly, vytrvalosti, koordinace), zlepšení pohybových vzorů spojených s respirací, usnadnění posunu hlenu z periferních do centrálních dýchacích cest, zabránění stagnace a hromadění hlenu v dýchacích cestách a usnadnění expektorace. Přístroje je možné využít nejen u onemocnění respiračního systému, ale také u ostatních onemocnění spojených s poruchami dýchání (Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006).

Threshold IMT (inspiratory muscle trainer) se využívá v tréninku nádechového svalstva. Je prokázáno, že Threshold IMT zvyšuje sílu a vytrvalost dýchacích svalů, snižuje dušnost v klidu, během běžných denních aktivit i během cvičení, zlepšuje funkční cvičební kapacitu, podílí se na snížení hospitalizace a užívání některých léků (Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006; Lötters, Tol, Kwakkel a Gosselink, 2002).

Threshold PEP (peak expiratory pressure) se využívá k nácviku výdechu proti odporu, aktivaci výdechového svalstva a jeho správného zapojení do aktivního výdechu. Cvičením s Threshold PEP se zabráňuje hromadění hlenu v dýchacích cestách a následnému vzniku atelektázy zlepšením mobility hlenu z periferních do centrálních dýchacích cest (Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006).

U obou přístrojů je nastavitelná velikost odporu. Velikost odporu je nutné dávkovat individuálně s přihlédnutím k momentálnímu zdravotnímu stavu a možnostem pacienta. Efekt

cvičení ovlivňuje zejména délka trvání cvičení, jeho frekvence a opakování (Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005).

Dýchání s využitím Threshold IMT a PEP je možné kombinovat s ostatními technikami respirační fyzioterapie (např. kontaktní dýchání, kontrolní dýchání, drenážní techniky, atd.) (Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006).

V dostupné literatuře jsme nenalezli žádnou práci zabývající se vlivem dechového cvičení s respirační pomůckou Threshold IMT ani Threshold PEP na autonomní reaktivitu.

Vzhledem k velmi časté dysfunkci ANS (viz dále) u respiračních onemocnění je ovlivnění reaktivity ANS u těchto pacientů jistě žádoucí. Rozhodli jsme se proto zabývat se touto otázkou v této diplomové práci. Vliv jednorázového a opakovaného cvičení s pomůckou Threshold PEP byl měřen pomocí SA VSF u zdravých osob, abychom ověřili zda dochází k žádoucím změnám parametrů SA VSF.

2.5.3 Vyšetření spektrální analýzy variability srdeční frekvence u vybraných respiračních onemocnění

2.5.3.1 Asthma bronchiale

ANS inervuje hladkou svalovinu dechových cest, způsobuje jejich bronchokonstrikci nebo bronchodilataci. Aktivita vagu způsobuje zúžení průdušek a také změny muskarinových receptorů, které mohou vést k hypersenzitivitě dýchacích cest a následně k další bronchokonstrikci. Zánět dýchacích cest, který je charakteristický pro bronchiální astma mění kontraktilní vlastnosti a také autonomní regulaci hladkého svalstva. Dysfunkce ANS je tak podstatnou součástí patogeneze respiračních onemocnění (Pichon, de Bisschop, Diaz a Denjean, 2005).

Kalmykova, Mironova a Davydova (2009) do své studie zahrnuly 265 pacientů s diagnostikovaným AB ve věku 41,9 (\pm 1,36) let. Z výsledků SA VSF vyplynulo, že AB je spojeno s autonomní dysregulací aktivity SA uzlu v důsledku potlačení vlivu periferního autonomního systému na chronotropní funkce a funkční nezpůsobilostí SA pacemakerových buněk. Změny autonomní reaktivity u AB jsou patrně spojeny s bronchiální obstrukcí, což bylo potvrzeno komparativní analýzou SA VSF před a po podání bronchodilatací a korelací SA VSF s výsledky spirometrie a vrcholové výdechové rychlosti. Na základě výsledků studie navrhuje autorky využití SA VSF v praxi v pneumologii.

Dle Opavského (2002) byly u osob trpících AB prokázány poruchy funkce ANS. V současné době však není zcela jasně prokázáno, zda se u AB jedná o poruchu centrální nebo periferní (zvýšená aktivita parasymptiku nejen v respiračním ústrojí, ale také při regulaci činnosti srdce).

Pichon, de Bisschop, Diaz a Denjean (2005) se ve svém výkumu zaměřili na vztah mezi bronchiální hypersenzitivitou a parasymptickou složkou SA VSF. Z výsledků výzkumu vyplynulo, že pacienti se zvýšenou citlivostí dýchacích cest mají signifikantně vyšší tonus vagu (HF složky spektra VSF). Autoři tímto poukazují na těsný vztah mezi dysfunkcí ANS vyjádřenou hypersenzitivitou dýchacích cest a regulací srdeční frekvence.

Výsledky výzkumu Tsai, Lai, Chen, Jeng (2011) prokázaly u 27 osob různého věku a pohlaví trpících AB signifikantně nižší hodnoty Total power, VLF, LF a poměru LF/HF než u stejného počtu zdravých osob. Vysokofrekvenční složka HF VSF u osob s AB však snížena nebyla.

Dle Satoa, Kawamury a Aboa (2010) mají pacienti s AB v porovnání se zdravými jedinci tendenci k převažující aktivitě parasymptiku.

Ostrowska-Nawarycz, Wroński, Błaszczuk a Nawarycz (2006) ve své studii vyšetřovali 107 dětí a adolescentů ve věku 10-17 let, z nichž 58 tvořily zdravé děti a 49 dětí s AB (22 dětí s mírnou a 27 se střední intenzitou AB). Děti byly rozděleny podle věku do dvou skupin (skupina A-děti: 10-13 let a skupina B-dorost: 14-17 let) a podrobeny SA VSF v ortostatické zkoušce. U skupin A i B byly zaznamenány vyšší hodnoty HF komponenty spektra v porovnání s kontrolní skupinou. Toto zvýšení je významně spojeno s vyšší intenzitou AB. Studie potvrdila signifikantní spojení mezi zvýšenou vagovou aktivitou u dětí i dorostu a frekvencí a intenzitou AB. Krátkodobá analýza SA VSF může být využita v hodnocení role autonomních mechanismů v rozvoji AB u dětí a dospívajících.

Dle Lehrera, Feldmana, Giardina, Songa a Schmalinga (2002) může být AB ovlivněno stresem, úzkostnými a depresivními poruchami, sklíčeností, stavem životního prostředí, přítomností alergenů, cvičením a infekcemi. AB a tyto psychické stavy se mohou vzájemně umocňovat, ovlivňovat psychickou a fyzickou rovnováhu, snižovat adherenci k léčbě, zvyšovat citlivost ke spouštěčům AB a zvyšovat riziko nepřesného vnímání symptomů AB. Vedle edukace a lékařské péče doporučují autoři studie u AB také léčbu psychologickou.

Spojení emocionálního stresu a AB zkoumali Campbell et al. (2006). 53 pacientů s mírnou až střední intenzitou AB vyplnilo dotazník subjektivní intenzity AB (Asthma Self-Efficacy Scale (ASES)) a podstoupilo 15 hodinové ambulantní hodnocení HF složky VSF a výdechové rychlosti, zároveň zaznamenávali svou fyzickou aktivitu a afekt. U pacientů s nižší intenzitou AB podle ASES skóre byl negativní afekt spojený s vyššími hodnotami vysokofrekvenční komponenty spektra (HF) spojený se snížením výdechové rychlosti v porovnání s pacienty se subjektivně vyšší intenzitou ASES skóre. Fyzická aktivita byla u obou skupin pacientů s AB spojena se snížením HF složky VSF. Výsledky ukazují, že u pacientů s nižší subjektivně hodnocenou intenzitou AB dochází během dne při negativním afektu ke zvýšení aktivity parasymptiku a zvýšení obstrukce dýchacích cest.

K podobným výsledkům dospěli Aboussafy, Campbell, Lavoie, Aboud a Ditto (2005), jejichž studie se zúčastnilo 31 dospělých s diagnostikovaným AB. Pacienti absolvovali pasivní copingový stresový test (aplikace chladu) a aktivní copingový stresový test (mentální aritmetika), anamnestický rozhovor a progresivní svalovou relaxaci. Z výsledků vyplynulo, že pasivní copingový test a další stimuly (relaxace) vedou k vzestupu tonu vagu (zvýšení HF složky spektra). Což je spojeno s horší kontrolou aktivity AB.

2.5.3.2 Chronická obstrukční plicní nemoc

Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN) je charakterizována chronickou obstrukcí dýchacích cest, která je ireverzibilní. Onemocnění se systémově projevuje podvýživou, strukturálními a funkčními změnami respiračního i kosterního svalstva a arytmiemi. Dále je u pacientů s CHOPN popisována dysfunkce ANS, která může mít velmi negativní vliv na správnou činnost regulace tělesných funkcí (Carvalho et al., 2011).

Carvalho et al. (2011) ve svém výzkumu zaznamenali snížení všech komponent frekvenčního spektra VSF u krátkodobé analýzy SA VSF ve srovnání se skupinou zdravých probandů odpovídajícího věku. Snížená aktivita sympatiku i vagu může být považována za ukazatel rizika zhoršování onemocnění. SA VSF je možné využít pro hodnocení systémové manifestace choroby, efektivity léčby i monitorování stavu pacienta.

Gunduz et al. (2009) zaznamenali signifikantní snížení sNN50 total, pNN50, SDANN, SDNN, SDNNI, rMSDD v časové analýze VSF u 25 pacientů s CHOPN v porovnání s 25 zdravými dobrovolníky.

Také dle Camilla et al. (2008) je u pacientů s CHOPN redukována VSF. Studie Camilla et al. (2008) se zúčastnilo 31 pacientů s CHOPN bez postižení srdce. SA VSF byla změřena při head-up tilt testu. Existuje významný vztah mezi snížením parametrů SA VSF a nízkou fyzickou aktivitou, zhoršenou kvalitou života způsobenou onemocněním, funkčním stavem pacienta a oslabením respiračního i kosterního svalstva. Dysfunkce autonomní regulace srdce není spojena s tíží onemocnění CHOPN, ale především s fyzickou aktivitou v běžném životě.

Dle výsledků studie Van Gestela et al. (2011), které se zúčastnilo 60 pacientů s CHOPN, existuje významný vztah mezi dysfunkcí ANS a kvalitou životou určenou zdravotním stavem u pacientů s CHOPN. Považují proto za důležité testování autonomních funkcí u těchto pacientů. Ovlivnění dysfunkce ANS je přínosem v léčbě pacientů s CHOPN a vede k zlepšení postoje pacienta k onemocnění.

Redukované hodnoty spektrálních ukazatelů VSF v porovnání se zdravými probandy zaznamenali u pacientů trpících CHOPN také Bédard, Marquis, Poirier a Provencher (2010). Na rozdíl od předchozí studie zaznamenali autoři významný vztah mezi VSF a tíží onemocnění CHOPN.

Reis et al. (2010) také zaznamenali zhoršení regulace srdce ANS u pacientů s CHOPN měřenou pomocí SA VSF. Z výsledků studie je patrný významný vztah mezi oslabením dýchacích svalů a redukovanou aktivitou parametrů SA VSF. Na základě této studie považují autoři trénink dechového svalstva za velmi významnou součást rehabilitace osob s CHOPN.

2.5.3.3 Sarkoidóza

Tiran et al. (2004) zkoumali VSF pomocí frekvenční analýzy u 12 pacientů se sarkoidózou, z nichž u 5 pacientů byl zaznamenán mírně abnormální nález u vyšetření echokardiografie. Průměrné hodnoty HF komponenty spektra byly u pacientů se sarkoidózou signifikantně nižší v porovnání se skupinou 12 zdravých dobrovolníků. Dále byl u pacientů se sarkoidózou zaznamenán pokles poměru LF/HF. Sympatikovagová balance je u pacientů se sarkoidózou narušena. Není však možné rozhodnout, zda se jedná o autonomní dysfunkci v souvislosti s onemocněním sarkoidózou, nebo zde hraje také roli strukturální postižení srdce.

Uslu et al. (2006) se zabývali hodnocením VSF u 35 pacientů se systémovou sarkoidózou, kteří neužívali antiarytmika. U 16 pacientů byla přítomná srdeční sarkoidóza určená abnormálním výsledkem thaliové scintigrafie a současně normální koronární arteriografií. 24 zdravých dobrovolníků odpovídajícího věku a pohlaví tvořilo kontrolní skupinu. Byla provedena časová analýza VSF pomocí 24 hodinového záznamu. SDNN (průměrná odchylka normal-to-normal intervalů) byla signifikantně nižší u skupiny osob se srdečními známkami sarkoidózy než u obou dalších skupin (skupiny pacientů se sarkoidózou bez srdeční manifestace a u kontrolní skupiny). Ze studie vyplynulo, že u všech pacientů se sarkoidózou dochází ke snížení VSF v porovnání s kontrolní skupinou, více však u pacientů se sarkoidózou spojenou s postižením srdce.

2.5.3.4 Cystická fibróza

Szollosi, King, Wilson a Naughton (2009) vyšetřili SA VSF u 17 dospělých pacientů cystickou fibrózou (CF). Výsledky SA VSF u pacientů s CF nebyly rozdílné při spontánním ani řízeném dýchání v porovnání s výsledky u skupiny zdravých probandů, ačkoli během spontánního i řízeného dýchání došlo u pacientů s CF k tachykardii a tachypnoe v porovnání s kontrolní skupinou. Dle této studie nedochází u pacientů s CF ke změnám autonomní reaktivity.

3 CÍLE A HYPOTÉZY

3.1 HLAVNÍ CÍL

Cílem diplomové práce je posoudit vliv jednorázového a opakovaného cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na reaktivitu autonomního nervového systému pomocí metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF) u skupiny zdravých probandů.

3.2 DÍLČÍ CÍLE

1. Zhodnotit změny jednotlivých parametrů SA VSF (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, R-R INTERVALY, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER, Breath freq., funkční věk, celkové skóre, vagotonie, S-V balance) po jednorázovém a opakovaném cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP ve srovnání s nálezy u kontrolních skupin zdravých probandů, kteří neprováděli tato cvičení.
2. Pomocí kineziologického vyšetření posoudit nález vyšetření stoje, vyšetřit posturální stabilitu, zkrácené svaly, zvýšené svalové napětí a přítomnost reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, případně patofyziologický vztah k dýchání na začátku a na konci cvičení s respirační pomůckou.

3.3 NULOVÉ HYPOTÉZY

- **H₀1a:** Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A při prvním měření od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny B při prvním měření.
- **H₀1b:** Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A při prvním měření od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny C při prvním měření.
- **H₀2:** Reaktivita autonomního nervového systému se u zdravých osob neliší po jednorázovém cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP od reaktivity před tímto cvičením.

- **H_{03a}:** Reaktivita autonomního nervového systému se neliší před zahájením prvního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP od reaktivity před zahájením posledního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po třítydenním cvičebním programu s touto dechovou pomůckou.
- **H_{03b}:** Reaktivita autonomního nervového systému se neliší po provedení prvního cvičení na počátku programu s respirační pomůckou Threshold PEP a po provedení posledního cvičení po absolvování třítydenního cvičebního programu s respirační pomůckou Threshold PEP.

Komentář k hypotézám H_{01a}, H_{01b}, H₀₂, H_{03a}, H_{03b}: testovány budou následující parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a věkově standardizované komplexní indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance). Nulovou hypotézu zamítáme při statistickém rozdílu na hladině $p \geq 0,05$ u kteréhokoli ze sledovaných parametrů, kdy každá proměnná je testována jako samostatná hypotéza.

3.4 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. Liší se výsledky dotazníku na autonomní funkce mezi skupinami A, B a C?
2. Liší se výsledky subjektivních a objektivních příznaků zvýšené nervosvalové dráždivosti mezi skupinami A, B a C?
3. Liší se autonomní reaktivita u dvou záznamů kontrolní skupiny B pořízených v odstupu tří týdnů bez absolvování cvičení s respirační pomůckou?
4. Liší se autonomní reaktivita u dvou záznamů kontrolní skupiny C pořízených v odstupu 30 minut bez absolvování cvičení s respirační pomůckou?
5. Dochází ke změnám v nálezů kineziologického vyšetření ve zkráceném vyšetření stoje, vyšetření posturální stability, vyšetření zkrácených svalů, zvýšeného svalového napětí a přítomnosti reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, případně

patofyziologický vztah k dýchání po třech týdnech cvičení s respirační pomůckou
Threshold PEP?

4 METODIKA

4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Soubor všech vyšetřovaných osob zahrnoval 26 zdravých probandů. Do souboru byly zařazeny pouze zdravé ženy, studentky Fakulty tělesné kultury UP v Olomouci, ve věkovém rozmezí 21-26 let. Žádná z vyšetřovaných žen neužívala dlouhodobě žádné léky (vyjma hormonální antikoncepce) a neléčila se s žádným onemocněním. Do souboru nebyly zahrnuty vrcholové sportovkyně, kuřačky ani osoby, které prodělaly akutní onemocnění v průběhu měření.

Probandky cílové skupiny A (n=9) cvičily třikrát denně po dobu tří týdnů s respirační pomůckou Threshold PEP. SA VSF byla vyšetřena před a pět minut po cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na začátku a na konci třítydenního tréninkového programu. U všech vyšetření SA VSF byly pořízeny standardní záznamy ve třech vyšetřovaných pozicích: leh1-stoj-leh2.

Zbývajících 17 žen tvořilo kontrolní skupiny B a C.

Probandky kontrolní skupiny B (n=10) byly vyšetřeny dvakrát v odstupu tří týdnů, bez provádění cvičení s respirační pomůckou.

Probandky kontrolní skupiny C (n=7) byly vyšetřeny dvakrát téhož dne v odstupu 30 minut, které probandka strávila v klidu, vsedě.

Všechny účastnice byly předem informovány o významu diplomové práce, o průběhu a podmínkách vyšetření a podepsaly informovaný souhlas. Probandky skupiny A dále podepsaly doklad o převzetí přístroje Threshold PEP a poučení o jeho správném používání (viz. příloha).

Studie byla realizována na základě souhlasu Etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (viz. příloha).

4.2 TECHNIKY SBĚRU DAT

4.2.1 Hodnocení variability srdeční frekvence

K vyšetření aktuálního funkčního stavu ANS během výzkumu byla použita metoda SA VSF, pomocí diagnostického systému VarCor PF7.

VarCor PF7 je novější verze předchozích systémů VariaPulse TF3, VariaCardio TF4 a VarCor PF6. Přístroje umožňují neinvazivní vyšetření ANS. Snímání EKG signálu je řešeno standardně pomocí elektrodového pásu umístěného na ventrální straně hrudníku. K záznamu naměřených dat do počítače je následně použit program VarCorMedical PC.

Výzkum probíhal na katedře fyzioterapie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci v lednu-dubnu roku 2011 za relativně standardních laboratorních podmínek v tiché místnosti (NC 155) s teplotou vzduchu 22-25 °C. Všechny osoby byly vyšetřeny za stejných podmínek, vzhledem ke standardizaci vyšetření probíhalo vyšetření v ranních a dopoledních hodinách mezi 7 – 11 hodinou. Probandky byly informovány o dodržení základních podmínek vyšetření. Byly poučeny o nutnosti zdržení se jakékoli fyzicky nebo psychicky náročné činnosti a požívání alkoholu, medikamentů, kávy, cigaret či jiných stimulačních látek nejméně 24 hodin před vyšetřením (viz. příloha).

4.2.2 Anamnéza

Anamnéza část 1.: Informace o věku, výšce, váze, zaměstnání, zdravotním stavu, potížích a jejich léčbě, užívání léků a přítomnosti alergií (skupina A, B a C v den prvního vyšetření, skupina A a B v den druhého měření) (viz. příloha).

Anamnéza část 2.: Informace o fyzickém a psychickém vypětí, zdravotních potížích a užitých lécích (skupina A, denně po dobu třítydenního tréninku s respirační pomůckou Threshold PEP) (viz. příloha).

Anamnéza část 3.: Cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP (informace o subjektivním hodnocení dýchání při a po cvičení, velikosti nastaveného odporu, časech a dobách provádění cvičení (skupina A, denně po dobu třítydenního tréninku s respirační pomůckou Threshold PEP) (viz. příloha).

Anamnéza část 4.: Subjektivní hodnocení cvičení s pomůckou Threshold PEP a jeho efekt (skupina A na konci třítydenního tréninkového období s respirační pomůckou) (viz. příloha).

4.2.3 Dotazník na autonomní funkce

Dotazník o 16 otázkách směřující k orientačnímu zhodnocení odpovědí základních složek autonomního nervového systému; sympatiku a parasympatiku. Vyhodnocení se provádí podle počtu odpovědí skupiny sympatiku, parasympatiku a indiferentní, kdy se hodnotí relativní převaha jedné ze složek autonomního nervového systému (viz. příloha).

Autoři dotazníku Opavský & Salinger (1995) zjistili při měření u 26 zdravých osob zastoupení sympatiku, parasympatiku a indiferentní v poměru 5,4:6,1:4,2.

4.2.4 Vyšetření nervosvalové dráždivosti

V subjektivním hodnocení odpovídal proband na 5 otázek týkající se subjektivních příznaků zvýšené nervosvalové dráždivosti. Každá pozitivní odpověď byla hodnocena jako 1 bod (viz. příloha). Objektivně jsme vyšetřovali Chvostkův příznak I-III, Trömnerův příznak a Lustův příznak, vždy oboustranně. Každá pozitivní odpověď byla hodnocena jako 1 bod, nejvíce bylo možné dosáhnout 10 bodů (viz. příloha).

4.2.5 Kineziologický rozbor a posturální stabilita

Vyšetření kineziologického rozboru zahrnovalo zkrácené vyšetření stoje (postavení pánve, jednotlivých úseků páteře, hlavy a lopatek) (viz. příloha).

Posturální stabilita páteře byla hodnocena testy dle Koláře (2009): test flexe trupu, extenční test a brániční test (viz. příloha).

4.2.6 Vyšetření zkrácených svalů, zvýšeného svalového napětí a reflexních změn

Vyšetřovali jsme zkrácené svaly: m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major - abdominální a sternální část a m. pectoralis major - klavikulární část spolu s m. pectoralis minor, bilaterálně (viz. příloha).

Přítomnost zvýšeného svalového napětí a reflexních změn jsme vyšetřovali u extenzorové skupiny krčníhos svalstva, mm. scalení, m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major, m. pectoralis minor a m. diaphragma, bilaterálně (viz. příloha).

4.3 PRŮBĚH VYŠETŘENÍ

4.3.1 Vyšetření ve skupině A

Jeden den před vyšetřením byla u každé probandky provedena důkladná instruktáž o správném cvičení a používání respirační pomůcky Threshold PEP. Znovu byla připomenuta nutnost dodržení režimových opatření před vyšetřením SA VSF.

Vlastní vyšetření SA VSF skupiny A probíhalo ve dvou záznamech (před cvičením s respirační pomůckou Threshold PEP a pět minut po cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP), pomocí metody SA VSF (analýzou krátkodobých záznamů). Každý záznam se skládal ze tří intervalů: leh1-stoj-leh2. Délka jednoho intervalu byla 5 minut (resp. 300 tepů).

Jednotlivé tepy byly snímány hrudním pásem s elektrodami, připevněným na hrudníku vyšetřované osoby. Pro lepší vodivost byl pás před vyšetřením navlhčen. Před prvním záznamem ležela vyšetřovaná osoba v klidu po dobu 5 minut. Tato doba byla určena pro zklidnění před samotným vyšetřením, byl snímán záznam, ale ještě nebylo spuštěno vlastní měření. Po uplynutí této doby byl spuštěn první záznam SA VSF (záznam č. 1) při ortoklinostatické zkoušce (leh1 – stoj – leh2).

Obrázek 5. Cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP



Poté následovalo cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP, při kterém probandka seděla ve vzpřímeném sedu a během této doby neměla nasazen hrudní pás. Cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP trvalo přibližně 10-15 minut (obrázek 2). Po cvičení se opět nasadil pás a provedlo se druhé vyšetření SA VSF (záznam č. 2), rovněž ortoklinostatickou zkouškou (leh1 – stoj – leh2).

Po ukončení vyšetření SA VSF byla odebrána anamnéza, vyplněny dotazníky na autonomní funkce a dotazník na subjektivní příznaky zvýšené nervosvalové dráždivosti. Poté byl proveden kineziologický rozbor a vyšetření posturální stability pomocí tří různých testů dle Koláře (2009). Dále bylo provedeno vyšetření zkrácených svalů a palpační vyšetření zvýšeného svalového napětí a reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, příp. patofyziologický vztah k dýchání a objektivní vyšetření nervosvalové dráždivosti. Celé měření jsme opakovali znovu po třech týdnech cvičení s pomůckou.

4.3.2 Vyšetření v kontrolní skupině B

Kontrolní skupině B byla SA VSF vyšetřena dvakrát v odstupu tří týdnů, které probíhaly v běžném režimu probandky. Probandky v této době necvičily s žádnými respiračními pomůckami.

Vyšetření probíhala při standardizovaných podmínkách. Po ukončení vyšetření byla odebrána anamnéza, vyplněny dotazníky na autonomní funkce a dotazník na subjektivní příznaky zvýšené nervosvalové dráždivosti. Dále byla zvýšená nervosvalová dráždivost vyšetřena pomocí objektivních testů. Poté byl proveden kineziologický rozbor a vyšetření posturální stability pomocí tří různých testů dle Koláře (2009). Dále bylo provedeno vyšetření zkrácených svalů a palpační vyšetření zvýšeného svalového napětí a reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, příp. patofyziologický vztah k dýchání a objektivní vyšetření nervosvalové dráždivosti.

4.3.3 Vyšetření v kontrolní skupině C

Kontrolní skupině C byla SA VSF vyšetřena při standardizovaných podmínkách dvakrát v odstupu 30 minut, které strávila probandka v klidu, vsedě. Po ukončení měření byla odebrána anamnéza, vyplněny dotazníky na autonomní funkce a dotazník na subjektivní příznaky zvýšené nervosvalové dráždivosti a objektivně vyšetřena nervosvalová dráždivost.

4.4 CVIČENÍ S RESPIRAČNÍ POMŮCKOU THRESHOLD PEP

Jeden den před vyšetřením s hodnocením SA VSF byla probandce provedena instruktáž o správném používání přístroje. To znamená o způsobu nastavení tlaku, použití nosní svorky a čištění přístroje. Čištění se provádí po každém použití přístroje. Přístroj a náústek se vypláchne teplou vodou a nechá na vzduchu oschnout. Přístroj se nesmí vařit ani zahřívat. Toto poučení obdržely probandky v písemné formě pro cvičení v domácím prostředí.

Před zahájením cvičení s pomůckou byly probandky instruovány o optimálním držení těla při cvičení. Cvičení se provádí ve vzpřímeném sedu, který ale zároveň musí být pro cvičenku pohodlný. K udržení správného postavení je možné podložení bederní páteře, např. polštářkem. Cvičení by mělo probíhat v pohodlném a volném oděvu.

Odpor na přístroji si probandky nastavovaly individuálně podle jejich subjektivních pocitů při cvičení s pomůckou. Při nastavování odporu je prioritou, aby bylo umožněno dýchání s maximálním úsilím, ale současně bylo cvičení pro probanda příjemné. Správně nastavený odpor umožňuje cvičenci pravidelné dýchání, kdy nádech/výdech je v poměru 1:3 až 1:4.

Vždy po týdnu cvičení s pomůckou byl zkontrolován dosažený odpor a případně dále zvýšen. Zároveň bylo zkontrolováno správné užívání pomůcky, provádění cvičení a držení těla při cvičení.

Cvičební jednotka začínala nasazením náústku k přístroji. Dále pokračovala otočením kontrolního vypínače do požadované pozice. Takto byl nastaven požadovaný tlak-odpor do výdechu. Probandka zaujala optimální držení těla pro cvičení a nasadila si nosní klip tak, aby bylo dýchání umožněno pouze ústy. Ústa byla obemknuta kolem náústku. Při dýchání bylo slyšet vzduch procházející přístrojem. Dýchání s pomůckou probíhalo ve správném poměru (výdech byl 2-3 krát delší než nádech) po dobu 10-20 dechů. Následovala pauza po dobu jedné minuty. Celé cvičení se opakovalo 3 krát. Čas dýchání s pomůckou byl 10-20 minut. Cvičební jednotka byla prováděna 3 krát denně přibližně ve stejnou dobu, a to každý den po dobu 3 týdnů a pečlivě byl zaznamenáván průběh cvičení. Pokud se při dýchání objevila nevolnost, závrať, silná bolest nebo náhlé zvýšení tepové frekvence bylo nutné cvičení přerušit. Případná skutečnost o přerušení cvičení byla zaznamenána do archu o cvičení s respirační pomůckou. Po každém cvičení následovalo důkladné vypláchnutí přístroje Threshold PEP vodou.

Probandky obdržely předtištěné listy pro každodenní zaznamenávání anamnézy části 2. týkající se informací o fyzickém a psychickém vypětí, zdravotních potížích a užitých lécích

a dále záznamový arch (anamnéza část 3.) o cvičení s respirační pomůckou (informace o subjektivním hodnocení dýchání při a po cvičení, velikosti nastaveného tlaku, časech a dobách provádění cvičení).

Probandky podepsaly doklad o převzetí přístroje, který jim byl na tři týdny zapůjčen.

Obrázek 6. Threshold PEP



4.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Výsledky jednotlivých parametrů SA VSF byly převedeny do formátu umožňujícího statistické zpracování (v programu Microsoft Office Excel 2007). K dalšímu zpracování byl použit program STATISTICA verze 8.0.

Statisticky byly zpracovány parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a věkově standardizované komplexní indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance).

Pro vyjádření základních statistických charakteristik z hlediska deskriptivní statistiky byly u sledovaných parametrů použity hodnoty aritmetických průměrů, směrodatných odchylek a mediánů.

K vlastnímu statistickému zpracování byly využity neparametrické testy: Mann-Whitneyův U test a Wilcoxonův párový test.

Nulová hypotéza byla zamítnuta při statistickém rozdílu na hladině $p \geq 0,05$ u kteréhokoli ze sledovaných parametrů, kdy každá proměnná byla testována jako samostatná hypotéza.

5 VÝSLEDKY

5.1 VÝSLEDKY NULOVÝCH HYPOTÉZ

Komentář k hypotézám H01a, H01b, H02, H03a, H03b: testovány byly následující parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a věkově standardizované komplexní indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance). Nulovou hypotézu jsme zamítli při statistickém rozdílu na hladině $p \geq 0,05$ u kteréhokoli ze sledovaných parametrů, kdy každá proměnná byla testována jako samostatná hypotéza.

5.1.1 Výsledky k hypotéze H_{01a}

H_{01a}: Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měřením od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny B před prvním měřením.

Pro srovnání byl použit Mann-Whitneyův U test.

Tabulka 1. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u prvního záznamu skupin A a B

Parametr	Skupina A (záznam 1) (n=9)		Skupina B (záznam 1) (n=10)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	618,38	693,61	355,74	476,49
POWER HF (ms ²)	5297,45	4 998,54	1 664,30	1 290,89
FREQ. LF	106,75	35,33	93,56	30,44
FREQ. HF	222,27	61,27	227,71	47,94
LF/HF	0,17	0,19	0,23	0,20
RR	1,03	0,15	0,94	0,11
REL. LF	11,91	10,55	14,44	11,48
REL. HF	80,88	14,26	74,07	14,28
TOTAL POWER (ms ²)	6210,74	5 230,89	2 232,71	1 778,77
BREATH FREQ. (dechů/min)	12,62	2,07	12,71	2,44

Vysvětlivky k tabulce 1:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina B (záznam 1) – první měření kontrolní skupiny B

Tabulka 2. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u prvního záznamu skupin A (záznam 1) a B (záznam 1)

	Z	p
POWER LF	0,530723	0,595611
POWER HF	1,673818	0,094167
FREQ. LF	0,612372	0,540292
FREQ. HF	0,449073	0,653379
LF/HF	0,530723	0,595611
RR	1,183920	0,236446
REL. LF	0,449073	0,653379
REL. HF	0,857321	0,391268
TOTAL POWER	1,837117	0,066193
BREATH FREQ.	0,00	1,000000

Vysvětlivky k tabulce 2:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 3. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u prvního záznamu skupin A a B

	Skupina A (záznam 1) (n=9)		Skupina B (záznam 1) (n=10)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	20,15	4,59	25,41	5,35
Celkové skóre	1,04	1,22	- 0,38	1,61
Vagotonie	0,87	1,64	- 0,67	1,96
S-V balance	1,36	1,64	0,16	1,46

Vysvětlivky k tabulce 3:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina B (záznam 1) – první měření kontrolní skupiny B

Tabulka 4. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u prvního záznamu skupiny A (záznam 1) a B (záznam 1)

	Z	p
Funkční věk	1,83712	0,066193
Celkové skóre	1,673818	0,094167
Vagotonie	1,755468	0,079180
S-V balance	1,510519	0,130912

Vysvětlivky k tabulce 4:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr H₀1a: přijímáme hypotézu. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měřením od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny B před prvním měřením.

5.1.2 Výsledky k hypotéze H_{01b}

H_{01b}: Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měřením od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny C před prvním měřením.

Pro srovnání byl použit Mann-Whitneyův U test.

Tabulka 5. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u prvního záznamu skupin A a C

	Skupina A (záznam 1) (n=9)		Skupina C (záznam 1) (n=7)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	618,38	693,61	364,20	649,14
POWER HF (ms ²)	5297,45	4 998,54	1 624,09	925,62
FREQ. LF	106,75	35,33	85,88	26,25
FREQ. HF	222,27	61,27	233,44	27,27
LF/HF	0,17	0,19	0,19	0,29
RR	1,03	0,15	0,92	0,14
REL. LF	11,91	10,55	12,19	14,17
REL. HF	80,88	14,26	83,07	14,51
TOTAL POWER (ms ²)	6210,74	5 230,89	2 068,98	1 336,06
BREATH FREQ. (dechů/min)	12,62	2,07	13,37	1,57

Vysvětlivky k tabulce 5:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičením s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina C (záznam 1) – první měření kontrolní skupiny C

Tabulka 6. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u prvního záznamu skupin A (záznam 1) a C (záznam 1)

	Z	p
POWER LF	0,95266	0,340763
POWER HF	1,37607	0,168802
FREQ. LF	1,16436	0,244278
FREQ. HF	1,37607	0,168802
LF/HF	0,10585	0,915700
RR	1,16436	0,244278
REL. LF	0,21170	0,832339
REL. HF	0,52926	0,596628
TOTAL POWER	1,58777	0,112340
BREATH FREQ.	0,84681	0,397102

Vysvětlivky k tabulce 6:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 7. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u prvního záznamu skupiny A a C

	Skupina A (záznam 1) (n=9)		Skupina C (záznam 1) (n=7)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	20,15	4,59	22,36	4,10
Celkové skóre	1,04	1,22	0,25	0,85
Vagotonie	0,87	1,64	- 0,38	1,07
S-V balance	1,36	1,64	1,46	1,05

Vysvětlivky k tabulce 7:

n-četnost

M-aritmetický průměr

SD-směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1)- měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina C (záznam 1)- první měření kontrolní skupiny C

Tabulka 8. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u prvního záznamu skupiny A a C

	Z	p
Funkční věk	0,952661	0,340763
Celkové skóre	1,481917	0,138363
Vagotonie	1,376066	0,168802
S-V balance	0,317554	0,750824

Vysvětlivky k tabulce 8:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr H₀1b: přijímáme hypotézu. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měřením od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny C před prvním měřením.

5.1.3 Výsledky k hypotéze H₀₂

5.1.3.1 Skupina A před a po cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

H₀₂: Reaktivita autonomního nervového systému se u zdravých osob neliší po jednorázovém cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP od reaktivity před tímto cvičením.

Pro srovnání byl použit Wilcoxonův párový test.

Tabulka 9. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 1)		Skupina A (záznam 2)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	618,38	693,61	703,08	722,81
POWER HF (ms ²)	5297,45	4 998,54	5 717,15	4 876,32
FREQ. LF	106,75	35,33	108,76	36,65
FREQ. HF	222,27	61,27	216,70	50,10
LF/HF	0,17	0,19	0,25	0,31
RR	*1,03	0,15	*1,09	0,11
REL. LF	11,91	10,55	14,68	15,03
REL. HF	80,88	14,26	78,25	19,52
TOTAL POWER (ms ²)	6210,74	5 230,89	6 712,26	4 641,34
BREATH FREQ. (dechů/min)	12,62	2,07	11,81	1,61

Vysvětlivky k tabulce 9:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 2) – měření cílové skupiny po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

*-p <0,05

Tabulka 10: Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 2 a záznam 1)

	Z	p
POWER LF	0,177705	0,858955
POWER HF	1,480872	0,138642
FREQ. LF	1,16436	0,244278
FREQ. HF	0,770054	0,441269
LF/HF	0,059235	0,952765
RR	*2,191691	*0,028403
REL. LF	0,059235	0,952765
REL. HF	0,118470	0,905696
TOTAL POWER	1,243933	0,213525
BREATH FREQ.	1,362402	0,173072

Vysvětlivky k tabulce 10:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 11. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 1)		Skupina A (záznam 2)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	20,15	4,59	19,17	4,27
Celkové skóre	1,04	1,22	1,30	1,03
Vagotonie	0,87	1,64	1,06	1,30
S-V balance	1,36	1,64	1,77	1,62

Vysvětlivky k tabulce 11:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 2) – měření cílové skupiny po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Tabulka 12. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 2 a záznam 1)

	Z	p
Funkční věk	1,125463	0,260393
Celkové skóre	1,006993	0,313939
Vagotonie	0,059235	0,952765
S-V balance	1,006993	0,313939

Vysvětlivky k tabulce 12:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr H_02 : zamítáme hypotézu. Reaktivita autonomního nervového systému se liší před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP. Bylo zjištěno statisticky významné zvýšení v hodnotě parametru RR ($p=0,028403$).

5.1.3.2 Srovnání skupiny A před a po cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP s kontrolní skupinou C, která tato cvičení neprováděla

Tabulka 13. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u skupin A (záznam 2 a 1) a C (záznam 2 a 1)

	Z	p
POWER LF	0,317554	0,750824
POWER HF	0,740959	0,458719
FREQ. LF	0,317554	0,750824
FREQ. HF	0,529256	0,596628
LF/HF	1,05851	0,289823
RR	0,317554	0,750824
REL. LF	0,846810	0,397102
REL. HF	1,164363	0,244278
TOTAL POWER	1,243933	0,213525
BREATH FREQ.	0,211702	0,832339

Tabulka 14. Mann-Whitneyův U test pro porovnání věkově standardizovaných komplexních indexů u skupin A (záznam 2 a 1) a C (záznam 2 a 1)

	Z	p
Funkční věk	0,635107	0,525359
Celkové skóre	0,635107	0,525359
Vagotonie	0,00	1,00000
S-V balance	*2,222876	*0,026225

Vysvětlivky k tabulkám 13 a 14:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr srovnání skupin A a C: Při porovnání hodnot parametrů SA VSF u skupiny C (záznam 2 a 1) se skupinou A před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP (záznam 2 a 1) nacházíme statisticky významný rozdíl mezi skupinami u parametru S-V balance ($p=0,026225$).

5.1.4 Výsledky k hypotéze H_{03a}

5.1.4.1 Skupina A před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

H_{03a}: Reaktivita autonomního nervového systému se neliší před zahájením prvního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP od reaktivity před zahájením posledního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po třítydenním cvičebním programu s touto dechovou pomůckou.

Pro srovnání byl použit Wilcoxonův párový test.

Tabulka 15. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 1)		Skupina A (záznam 3)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	618,38	693,61	297,76	401,14
POWER HF (ms ²)	5297,45	4 998,54	6 278,61	8 952,56
FREQ. LF	106,75	35,33	108,97	24,67
FREQ. HF	222,27	61,27	229,22	37,67
LF/HF	0,17	0,19	0,15	0,20
RR	1,03	0,15	1,07	0,14
REL. LF	11,91	10,55	10,04	11,20
REL. HF	80,88	14,26	82,51	13,65
TOTAL POWER (ms ²)	6210,74	5 230,89	6 903,77	9 218,27
BREATH FREQ. (dechů/min)	12,62	2,07	12,74	1,79

Vysvětlivky k tabulce 15:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 3) – měření cílové skupiny před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Tabulka 16. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 1 a záznam 3)

	Z	p
POWER LF	0,770054	0,441269
POWER HF	0,888523	0,374260
FREQ. LF	0,177705	0,858955
FREQ. HF	0,651584	0,514670
LF/HF	0,059235	0,952765
RR	0,296174	0,767097
REL. LF	0,177705	0,858955
REL. HF	0,296174	0,767097
TOTAL POWER	0,770054	0,441269
BREATH FREQ.	0,296174	0,767097

Vysvětlivky k tabulce 16:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 17. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 1)		Skupina A (záznam 3)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	20,15	4,59	21,95	6,01
Celkové skóre	1,04	1,22	0,61	1,58
Vagotonie	0,87	1,64	0,36	1,37
S-V balance	1,36	1,64	1,10	2,43

Vysvětlivky k tabulce 17:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 1) – měření cílové skupiny před prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 3) – měření cílové skupiny před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Tabulka 18. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 1 a záznam 3)

	Z	p
Funkční věk	0,651584	0,514670
Celkové skóre	0,651584	0,514670
Vagotonie	0,888523	0,374260
S-V balance	0,059235	0,952765

Vysvětlivky k tabulce 18:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr H_{03a}: přijímáme hypotézu. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší před zahájením prvního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP a před zahájením posledního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou.

5.1.4.2 Srovnání skupiny A před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP s kontrolní skupinou B, která tato cvičení neprováděla

Tabulka 19. Mann-Whitneyův U test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u skupin A (n = 9, záznamy 3 a 1) a B (n = 10, záznamy 2 a 1)

	Z	p
POWER LF	0,00	1,00000
POWER HF	0,530723	0,595611
FREQ. LF	0,122474	0,902523
FREQ. HF	0,449073	0,653379
LF/HF	0,00	1,00000
RR	0,938971	0,347746
REL. LF	0,040825	0,967436
REL. HF	0,00	1,00000
TOTAL POWER	0,285774	0,775052
BREATH FREQ.	0,00	1,00000

Tabulka 20. Mann-Whitneyův U test pro porovnání věkově standardizovaných komplexních indexů u skupin A (n = 9, záznam 3 a 1) a B (n = 10, záznam 2 a 1)

	Z	p
Funkční věk	0,204124	0,838257
Celkové skóre	0,204124	0,838257
Vagotonie	0,204124	0,838257
S-V balance	0,204124	0,838257

Vysvětlivky k tabulkám 19 a 20:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr srovnání skupin A a B: Při porovnání hodnot parametrů SA VSF u skupiny B (záznam 2 a 1) se skupinou A před prvním a před posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP (záznam 3 a 1) nenacházíme žádný statisticky významný rozdíl mezi skupinami.

5.1.5 Výsledky k hypotéze H₀3b

H₀3b: Reaktivita autonomního nervového systému se neliší po provedení prvního cvičení na počátku programu s respirační pomůckou Threshold PEP a po provedení posledního cvičení po absolvování třítydenního cvičebního programu s respirační pomůckou Threshold PEP

Pro srovnání byl použit Wilcoxonův párový test.

Tabulka 21. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy po prvním a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 2)		Skupina A (záznam 4)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	703,08	722,81	1 139,13	1 191,31
POWER HF (ms ²)	5 717,15	4 876,32	4 851,26	5 684,57
FREQ. LF	108,76	36,65	114,40	36,49
FREQ. HF	216,70	50,10	228,32	64,83
LF/HF	*0,25	0,31	*0,34	0,33
RR	1,09	0,11	1,13	0,13
REL. LF	14,68	15,03	20,36	14,21
REL. HF	*78,25	19,52	*71,35	16,25
TOTAL POWER (ms ²)	6 712,26	4 641,34	6 256,37	6 493,15
BREATH FREQ. (dechů/min)	11,81	1,61	11,90	1,85

Vysvětlivky k tabulce 21:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 2) – měření cílové skupiny po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 4) – měření cílové skupiny po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

* - $p < 0,05$

Tabulka 22. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy po prvním a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 4 a záznam 2)

	Z	p
POWER LF	1,243933	0,213525
POWER HF	1,125463	0,260394
FREQ. LF	0,414644	0,678403
FREQ. HF	0,059235	0,952765
LF/HF	*2,073221	*0,038153
RR	0,888523	0,374260
REL. LF	1,599342	0,109746
REL. HF	*2,310161	*0,020880
TOTAL POWER	0,651584	0,514670
BREATH FREQ.	0,177705	0,858955

Vysvětlivky k tabulce 22:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 23. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů po prvním a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (n = 9)

	Skupina A (záznam 2)		Skupina A (záznam 4)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	19,17	4,27	21,35	5,06
Celkové skóre	1,30	1,03	0,76	1,23
Vagotonie	1,06	1,30	0,56	1,24
S-V balance	1,77	1,62	1,13	1,68

Vysvětlivky k tabulce 23:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina A (záznam 2) – měření cílové skupiny po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Skupina A (záznam 4) – měření cílové skupiny po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP

Tabulka 24. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů po prvním a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u skupiny A (záznam 4 a 2)

	Z	p
Funkční věk	0,651584	0,514670
Celkové skóre	1,599342	0,109746
Vagotonie	1,125463	0,260394
S-V balance	1,954751	0,050613

Vysvětlivky k tabulce 24:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr H₀3b: zamítáme hypotézu. Reaktivita autonomního nervového systému se liší po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl hodnot těchto parametrů SA VSF: zvýšení LF/HF ($p=0,038153$) a snížení REL HF ($p=0,020880$).

5.2 VÝSLEDKY VÝZKUMNÝCH OTÁZEK

5.2.1 Výsledky k výzkumné otázce Vo1

Vo1: Liší se výsledky dotazníku na autonomní funkce mezi skupinami A, B a C?

Tabulka 25. Výsledky odpovědí v dotazníku na autonomní funkce u skupin A, B a C

	Skupina A (n=9)			Skupina B (n=10)			Skupina C (n=7)		
Odpověď	a	b	c	a	b	c	a	b	c
M	6,78	5,78	3,44	8,1	5,2	2,7	8,0	4,71	3,29
SD	0,83	1,20	1,42	2,02	1,93	0,48	2,38	1,38	2,21

Vysvětlivky k tabulce 25:

n – četnost

a – odpověď ze skupiny sympatiku

b – odpověď ze skupiny pasympatiku

c – odpověď ze skupiny indiferentní

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Závěr Vo1: výsledky dotazníku na autonomní funkce mezi skupinami A, B a C se výrazně neliší.

5.2.2 Výsledky k výzkumné otázce Vo2

Vo2: Liší se výsledky subjektivních a objektivních příznaků zvýšené nervosvalové dráždivosti mezi skupinami A, B a C?

Tabulka 26. Výsledky odpovědí v dotazníku na subjektivní příznaky zvýšené nervosvalové dráždivosti u skupin A, B a C

Odpověď	Skupina A (n=9)		Skupina B (n=10)		Skupina C (n=7)	
	A	N	A	N	A	N
M	1,22	3,78	0,6	4,4	0,57	4,43
SD	1,09	1,09	0,70	0,70	0,53	0,53

Vysvětlivky k tabulce 26:

n – četnost

A-odpověď na otázku ohledně výskytu subjektivního příznaku zvýšené nervosvalové dráždivosti je ano

N-odpověď na otázku ohledně výskytu subjektivního příznaku zvýšené nervosvalové dráždivosti je ne

M-aritmetický průměr

SD-směrodatná odchylka

Tabulka 27. Výsledky objektivních zkoušek nervosvalové dráždivosti u skupin A, B a C

Odpověď	Skupina A (n=9)		Skupina B (n=10)		Skupina C (n=7)	
	+	-	+	-	+	-
M	3,78	6,22	2,6	7,4	4,43	5,57
SD	2,68	2,68	1,78	1,78	2,23	2,23

Vysvětlivky k tabulce 27:

n – četnost

+ - pozitivní odpověď na objektivní zkoušku zvýšené nervosvalové dráždivosti

- - negativní odpověď na objektivní zkoušku zvýšené nervosvalové dráždivosti

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Závěr Vo2: výsledky subjektivních a objektivních příznaků zvýšené nervosvalové dráždivosti mezi skupinami A, B a C se výrazně neliší.

5.2.3 Výsledky k výzkumné otázce Vo3

Komentář k výzkumným otázkám Vo3 a Vo4: testovány byly následující parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a věkově standardizované komplexní indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance). Výsledky k výzkumným otázkám byla testovány při statistickém rozdílu na hladině $p \geq 0,05$ u kteréhokoli ze sledovaných parametrů, kdy každá proměnná byla testována samostatně.

Vo3: Liší se autonomní reaktivita u dvou záznamů kontrolní skupiny B pořízených v odstupu tří týdnů bez absolvování cvičení s respirační pomůckou?

Pro srovnání byl použit Wilcoxonův párový test.

Tabulka 28. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u kontrolní skupiny B (záznam 1 a záznam 2 měřené po 3 týdnech bez provádění cvičení s respirační pomůckou) (n=10)

	Skupina B (záznam 1)		Skupina B (záznam 2)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	355,74	476,49	230,54	245,49
POWER HF (ms ²)	1 664,30	1 290,89	1 367,69	930,63
FREQ. LF	93,56	30,44	96,64	31,13
FREQ. HF	227,71	47,94	223,38	25,88
LF/HF	0,23	0,20	0,18	0,12
RR	0,94	0,11	0,92	0,13
REL. LF	14,44	11,48	12,74	6,78
REL. HF	74,07	14,28	77,60	12,21
TOTAL POWER (ms ²)	2 232,71	1 778,77	1 782,29	1 258,07
BREATH FREQ. (dechů/min)	12,71	2,44	12,69	0,89

Vysvětlivky k tabulce 28:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina B (záznam 1)- první měření kontrolní skupiny B

Skupina B (záznam 2)- druhé měření kontrolní skupiny B

Tabulka 29. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u kontrolní skupiny B (záznam 2 a záznam 1 měřené po 3 týdnech bez zátěže)

	Z	p
POWER LF	1,376047	0,168808
POWER HF	1,172189	0,241122
FREQ. LF	0,050965	0,959354
FREQ. HF	0,356753	0,721277
LF/HF	1,172189	0,241122
RR	1,274118	0,202623
REL. LF	0,764471	0,444587
REL. HF	0,560612	0,575063
TOTAL POWER	1,579906	0,114129
BREATH FREQ.	0,254824	0,798860

Vysvětlivky k tabulce 29:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 30. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u kontrolní skupiny B (záznam 1 a záznam 2 měřené po 3 týdnech bez zátěže) (n=10)

	Skupina B (záznam 1)		Skupina B (záznam 2)	
	M	M	M	SD
Funkční věk	25,41	5,35	25,82	4,57
Celkové skóre	- 0,38	1,61	- 0,46	1,40
Vagotonie	- 0,67	1,96	- 0,93	1,41
S-V balance	0,16	1,46	0,42	1,66

Vysvětlivky k tabulce 30:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina B (záznam 1)- první měření kontrolní skupiny B

Skupina B (záznam 2)- druhé měření kontrolní skupiny B

Tabulka 31. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u kontrolní skupiny B (záznam 2 a záznam 1 měřené po 3 týdnech bez zátěže)

	Z	p
Funkční věk	0,254824	0,798860
Celkové skóre	0,254824	0,798860
Vagotonie	0,662541	0,507625
S-V balance	0,662541	0,507625

Vysvětlivky k tabulce 31:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr Vo3: Autonomní reaktivita se neliší u dvou záznamů kontrolní skupiny B pořízených v odstupu tří týdnů bez absolvování cvičení s respirační pomůckou.

5.2.4 Výsledky k výzkumné otázce Vo4

Vo4: Liší se autonomní reaktivita u dvou záznamů kontrolní skupiny C pořízených v odstupe 30 minut bez absolvování cvičení s respirační pomůckou?

Pro srovnání byl použit Wilcoxonův párový test.

Tabulka 32. Porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u kontrolní skupiny C (záznam 1 a záznam 2 měřené po 30 minutách vsedě) (n=7)

	Skupina C (záznam 1)		Skupina C (záznam 2)	
	M	SD	M	SD
POWER LF (ms ²)	364,20	649,14	433,54	385,58
POWER HF (ms ²)	1 624,09	925,62	1 966,29	1 186,46
FREQ. LF	85,88	26,25	90,81	30,87
FREQ. HF	233,44	27,27	236,64	67,05
LF/HF	0,19	0,29	0,21	0,09
RR	*0,92	0,14	*0,97	0,16
REL. LF	12,19	14,17	14,86	6,54
REL. HF	83,07	14,51	72,07	11,63
TOTAL POWER (ms ²)	2 068,98	1 336,06	2 695,62	1 582,58
BREATH FREQ. (dechů/min)	13,37	1,57	12,18	2,79

Vysvětlivky k tabulce 32:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina C (záznam 1) – první měření kontrolní skupiny C

Skupina C (záznam 2) – druhé měření kontrolní skupiny C

* - $p < 0,05$

Tabulka 33. Wilcoxonův párový test test pro porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u kontrolní skupiny C (záznam 2 a záznam 1 měřené po 30 minutách vsedě)

	Z	p
POWER LF	1,183216	0,236724
POWER HF	1,183216	0,236724
FREQ. LF	0,169031	0,865772
FREQ. HF	0,676123	0,498963
LF/HF	1,183216	0,236724
RR	*2,366432	*0,017961
REL. LF	1,183216	0,236724
REL. HF	1,521278	0,128191
TOTAL POWER	1,014185	0,310495
BREATH FREQ.	1,352247	0,176297

Vysvětlivky k tabulce 33:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Tabulka 34. Porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u kontrolní skupiny C (záznam 2 a záznam 1 měřené po 30 minutách vsedě) (n=7)

	Skupina C (záznam 1)		Skupina C (záznam 2)	
	M	SD	M	SD
Funkční věk	22,36	4,10	22,52	4,93
Celkové skóre	0,25	0,85	0,22	1,11
Vagotonie	- 0,38	1,07	0,13	1,38
S-V balance	1,46	1,05	0,38	1,13

Vysvětlivky k tabulce 32:

n – četnost

M – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Skupina C (záznam 1) – první měření kontrolní skupiny C

Skupina C (záznam 2) – druhé měření kontrolní skupiny C

Tabulka 35. Wilcoxonův párový test pro porovnání hodnot věkově standardizovaných komplexních indexů u kontrolní skupiny C (záznam 2 a záznam 1 měřené po 30 minutách vsedě)

	Z	p
Funkční věk	0,169031	0,865772
Celkové skóre	1,006993	0,313939
Vagotonie	0,169031	0,865772
S-V balance	1,690309	0,090970

Vysvětlivky k tabulce 35:

Z – hodnota testové statistiky

p – hladina statistické významnosti

* - $p < 0,05$

Závěr Vo4: Autonomní reaktivita se liší u dvou záznamů kontrolní skupiny C pořizovaných v odstupu 30 minut strávených v klidu, v sedě. K statisticky významnému zvýšení došlo u hodnot spektrálního ukazatele RR ($p=0,017961$).

5.2.5 Výsledky k výzkumné otázce Vo5

Vo5: Dochází ke změnám v nálezů kineziologického vyšetření ve zkráceném vyšetření stoje, vyšetření posturální stability, vyšetření zkrácených svalů, zvýšeného svalového napětí a přítomnosti reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, případně patofyziologický vztah k dýchání po třech týdnech cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP?

1. Kineziologický rozbor: zkrácené vyšetření stoje (postavení pánve, jednotlivých úseků páteře, hlavy a lopatek – u cílové skupiny A ani kontrolní skupiny B nedošlo k žádným výrazným změnám.
2. Posturální stabilita páteře hodnocená testy dle Koláře (2009) (test flexe trupu, extenční test a brániční test) – u tří probandek cílové skupiny A jsme zaznamenali zlepšení ve vyšetření bráničního testu. U probandek kontrolní skupiny B nedošlo k žádným změnám posturální stability.
3. Ve vyšetření zkrácených svalů (m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major - abdominální a sternální část a m. pectoralis major - klavikulární část spolu s m. pectoralis minor, bilaterálně) – u cílové skupiny A ani kontrolní skupiny B nedošlo k žádným výrazným změnám.
4. Ve vyšetření přítomnosti zvýšeného svalového napětí a reflexních změn (extenzorová skupina krčního svalstva, mm. scalení, m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major, m. pectoralis minor a m. diaphragma bilaterálně) – u cílové skupiny A ani kontrolní skupiny B nedošlo k žádným výrazným změnám.

Závěr Vo5: po třech týdnech cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP nedochází k výrazným změnám v nálezů kineziologického vyšetření ve zkráceném vyšetření stoje, vyšetření posturální stability, vyšetření zkrácených svalů, zvýšeného svalového napětí a přítomnosti reflexních změn u svalů, které mají fyziologický, případně patofyziologický vztah k dýchání. K těmto změnám rovněž nedošlo u kontrolní skupiny B.

6 DISKUZE

Z hlediska homeostázy organismu je velmi důležitá správná funkce autonomního nervového systému (Opavský, 2002). Pomocí metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF) můžeme jednoduše a neinvazivně hodnotit kardiiovaskulární regulace zprostředkované činností ANS (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004; Šiška & Opavský, 2005). Frekvenční metoda SA VSF analyzuje časové řady RR intervalů hodnocením intenzity oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvencích (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková a Fráňová, 2005). Vyšetřování funkce ANS se využívá nejen v diagnostice, ale také pro monitorování efektu terapie a rozvoje klinického stavu (Opavský, 2002).

Metoda SA VSF je jednoduchá, dostupná a objektivní. Díky těmto vlastnostem byla rozšířena téměř do všech oblastí medicíny (medicína plodu, neonatologie, pediatrie, interna, neurologie, farmakologie, neurotoxikologie, pracovní a tělovýchovné lékařství, rehabilitace, psychologie, psychiatrie, transplantologie, gerontologie a mnoho dalších) (Javorka, 2008; Opavský, 2004).

Na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého byla tato metoda opakovaně využita například v oblasti sportovní přípravy, pro optimalizaci tréninku a sledování průběhu zotavení po zátěži (Botek, Stejskal, Jakubec, Kalina, 2004; Stejskal, 2004; Jakubec et al., 2004; Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004; Botek, Stejskal, Krejci, Jakubec a Gaba, 2010).

Nověji se metoda SA VSF uplatňuje také v pneumologii. Výzkumem funkce ANS u respiračních onemocnění se zabývala celá řada převážně zahraničních studií. Z těchto studií jednoznačně vyplynulo, že podstatnou součástí patogeneze těchto onemocnění je také dysfunkce ANS. Poruchy autonomní reaktivity byly například prokázány u nemocných trpících astma bronchiale, jak u dospělých osob (Pichon, de Bisschop, Diaz a Denjean, 2005; Tsai, Lai, Chen a Jeng, 2011; Sato, Kawamura a Abo, 2010; Campbell et al., 2006; Aboussafy, Campbell, Lavoie, Aboud a Ditto, 2005), tak u dětí (Ostrowska-Nawarycz, Wroński, Błaszczuk a Nawarycz, 2006). Dále byla dysfunkce ANS prokázána u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) (Carvalho et al., 2011; Gunduz et al., 2009; Camillo et al., 2008; Van Gestel et al., 2011, Bédard, Marquis, Poirier a Provencher, 2010; Reis et al., 2010) a u pacientů se sarkoidózou (Tiran et al., 2004; Uslu et al., 2006).

Rehabilitace pacientů s respiračními onemocněními je důležitou součástí jejich komplexní léčby. Hlavním cílem léčebné rehabilitace je optimalizace fyzické, psychické a společenské výkonnosti jedince. Obsahem plicní rehabilitace je fyzický trénink a zvyšování kondice pacienta, poučení pacienta o onemocnění a užívání léků, psychosociální

podpora a pomoc při odvykání kouření, nutriční terapie a dechová cvičení v návaznosti na respirační fyzioterapii. Techniky respirační fyzioterapie vedou ke snížení obstrukce, zvýšení průchodnosti dýchacích cest a lepší kontrole zánětu, dále zlepšují ventilační parametry a fyzickou kondici pacienta a umožňují pacientovi dosažení a udržení pocitu optimálního zdraví. Mezi nejčastěji užívané techniky respirační fyzioterapie patří dechová gymnastika, drenážní techniky, relaxace, inhalace, nácvik kontrolovaného kašle, masáže, měkké a mobilizační techniky, fyzikální terapie a instrumentální techniky. Z instrumentálních technik se v České republice v současné době využívají tyto respirační pomůcky: flutter, PEP (positive expiratory pressure) maska, Frolovův dýchací trenažér, acapella a RC-cornet. Zatím nepříliš rozšířené jsou pomůcky The Vest Arway Clearance systém, Threshold IMT a Threshold PEP (Ošťádal, Burianová, Zdařilová, 2008; Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005).

Přístroje Threshold IMT a Threshold PEP zvyšují sílu, vytrvalost a koordinaci dechového svalstva. Threshold IMT (inspiratory muscle trainer) se využívá v tréninku nádechového svalstva. Lötters, Tol, Kwakkel a Gosselink (2002) prokázali, že Threshold IMT zvyšuje sílu a vytrvalost dýchacích svalů, snižuje dušnost v klidu, během běžných denních aktivit i během cvičení, zlepšuje funkční cvičební kapacitu, podílí se na snížení hospitalizace a užívání některých léků. Threshold PEP (peak expiratory pressure) se využívá k nácviku výdechu proti odporu, aktivaci výdechového svalstva a jeho správného zapojení do aktivního výdechu. Cvičením s Threshold PEP se zabráňuje hromadění hlenu v dýchacích cestách a následnému vzniku atelektázy zlepšením mobility hlenu z periferních do centrálních dýchacích cest (Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005; Burianová, Zdařilová, Vařeková a Vařeka, 2006).

U pacientů s respiračními onemocněními byly opakovaně prokázány pozitivní účinky respirační fyzioterapie na dechové funkce, fyzický i psychický stav. Respirační fyzioterapie je dnes již přijímána jako nedílná součást léčby těchto pacientů. My však vzhledem k velmi časté dysfunkci ANS u respiračních onemocnění považujeme za důležité prozkoumat také možnosti ovlivnění autonomní reaktivity pomocí technik respirační fyzioterapie. Pro tento účel jsme vybrali na českém trhu poměrně novou respirační pomůcku Threshold PEP. Před provedením výzkumu vlivu cvičení s touto pomůckou na autonomní reaktivitu u pacientů s onemocněním dýchací soustavy jsme navrhli a realizovali tuto pilotní studii, která byla provedena u skupiny zdravých dobrovolníků.

Hlavním úkolem této diplomové práce bylo posoudit, zda dochází k žádoucím změnám autonomní reaktivity po jednorázovém a opakovaném cvičení s respirační pomůckou

Threshold PEP u zdravých osob. Autonomní reaktivita byla měřena pomocí metody SA VSF telemetrickým systémem VarCor PF7.

V dostupné literatuře jsme nenalezli žádnou práci zabývající se vlivem dechového cvičení s respirační pomůckou Threshold IMT ani Threshold PEP na autonomní reaktivitu.

Vlivem jiné instrumentální techniky respirační fyzioterapie na autonomní reaktivitu se ovšem zabývali Zdařilová, Opaavský, Ošťádal a Riedl (2004). Výzkum rovněž probíhal na katedře fyzioterapie, Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. V práci byl zkoumán vliv jednorázového a opakovaného cvičení proti odporu (pomocí Frolova dýchacího trenažeru) na autonomní reaktivitu. Frolovův dýchací trenažér je dechová pomůcka, u které je odpor proti nádechu i výdechu tvořen daným množstvím vody v pracovní nádobce. Odporované dýchání vede k aktivaci nádechového i výdechového svalstva (Zdařilová, Burianová, Mayer a Ošťádal, 2005). Výzkum byl proveden u 20 zdravých osob ve věkovém rozmezí 20-50 let a 7 osob s diagnostikovaným astma bronchiale ve věkovém rozmezí 11-50 let. Dýchání s pomůckou prováděli probandi dvakrát denně po dobu 28 dnů s odporem do nádechu i výdechu tvořeným 10 ml vody. Po jednorázovém cvičení s pomůckou na začátku i na konci cvičebního programu došlo u skupiny zdravých probandů k zvýšení ukazatelů POWER HF, TOTAL POWER, MSSD. Po 28 dnech cvičení s pomůckou došlo u zdravých probandů rovněž ke zvýšení POWER HF, TOTAL POWER, MSSD. U skupiny osob s astma bronchiale došlo také k posunu ukazatelů SA VSF směrem k parasimpatotonii (zvýšení POWER HF, TOTAL POWER, MSSD) po prvním cvičení i po 28 dnech cvičení s pomůckou. Ukazatelé POWER VLF a POWER LF ukazující aktivitu sympatiku se na konci cvičebního programu u astmatických pacientů oproti klidovým podmínkám před zahájením cvičení zvýšily. U zdravých osob dále došlo po 28 dnech cvičení s pomůckou k signifikantním změnám ve smyslu zvýšení ventilačních parametrů, zejména vitální kapacity. Pravidelný nácvik dýchání s pomůckou umožnil ovlivnit kvalitu a stereotyp dýchání.

V naší diplomové práci jsme se rozhodli prozkoumat, zda k podobným výsledkům dochází také při cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP. Celkem se naší práce zúčastnilo 26 zdravých žen, které byly rozděleny do tří skupin, kdy jedna skupina byla cílová a dvě skupiny byly kontrolní. Probandky cílové skupiny A (n=9) cvičily třikrát denně po dobu tří týdnů s respirační pomůckou Threshold PEP. SA VSF byla vyšetřena před a pět minut po cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na začátku a na konci třítydenního tréninku.

Zbývajících 17 žen tvořilo kontrolní skupiny B a C. Probandky kontrolní skupiny B (n=10) byly vyšetřeny dvakrát v odstupu tří týdnů, bez provádění cvičení s respirační

pomůckou Threshold PEP. Probandky skupiny C (n=7) byly vyšetřeny dvakrát téhož dne v odstupu 30 minut, které probandka strávila v klidu, v sedě.

Testovány byly následující parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a dále věkově standardizované komplexní indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance).

Za ukazatele funkčního stavu sympatiku bývají považovány tyto parametry: POWER VLF, POWER LF, Freq. VLF, Freq. LF, RATIO LF/HF, Rel. VLF, Rel. LF. Naopak funkční stav parasympatiku charakterizují tyto parametry: POWER HF, Freq. HF, R-R INTERVALY, Rel. HF, TOTAL POWER.

Nulová hypotéza jsme zamítli při statistickém rozdílu na hladině $p \geq 0,05$ u kteréhokoli ze sledovaných parametrů, kdy každá proměnná byla testována jako samostatná hypotéza.

Při posuzování dosažených výsledků jsme brali v úvahu velikost skupin. Pro statistické zpracování je velikost skupin jednou z klíčových otázek. Nicméně pro cíle, které jsme si stanovili v této práci, dodržení standardních podmínek a časovou náročnost vyšetření jsme se spokojili s tímto minimálním počtem zástupců jednotlivých skupin. Vzhledem k malému počtu probandů ve skupinách jsme při statistickém zpracování naměřených dat využili pouze neparametrických metod (Mann-Whitneyův U test - neparametrická alternativa dvouvýběrového t-testu, použitý pro srovnávání mezi dvěma skupinami a Wilcoxonův párový test - neparametrická alternativa párového t-testu, použitý pro srovnávání v rámci jedné skupiny).

Aktivita ANS podléhá vlivům vnějšího i vnitřního prostředí. Výsledek měření SA VSF je určen součtem momentálně i v minulosti působících vlivů. Aktivita ANS se mění jednoznačně a na delší dobu pouze za předpokladu výrazné změny některého většinou negativně působícího vlivu (Stejskal, 2004). Mezi vnější faktory patří: tělesné a psychické zatížení jedince, poloha těla, denní doba a klimatické podmínky. Vnitřní faktory zahrnují vedle věku také zdravotní stav jedince i případné patologické jevy v organismu, dále pohlaví, nutriční a aktivitu CNS, dechovou frekvenci a dechový objem, krevní plyny a další (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004; Javorka, 2008).

V současné době přibývají důkazy, že frekvence srdce a její variabilita jsou podmíněny geneticky. Genetické faktory tak do určité míry určují nejen biochemické a morfologické znaky organismu, ale podílejí se také na fyziologických funkcích (Mišovicová & Javorka in Javorka, 2008).

Dle Vlčkové, Bednařika, Buršové, Šajgalíková a Mlčákové (2010) existuje u výsledků SA VSF vysoká interindividuální variabilita. Je způsobená různým autonomním laděním jedinců a mírou autonomních oscilací mezi vyšetřovanými osobami. Podobně jako např. somatotyp charakterizuje také autonomní reaktivita daného jedince. Jedná se o fyziologickou proměnnou, podle které lze rozlišit zdravé jedince na různé typy podle autonomní reaktivity. Její existence je tak faktickou výhodou metodiky, přestože zásadním způsobem komplikuje možnosti nastavení normativních dat. V naší práci jsme nedělili probandy do skupin dle autonomní reaktivity jednak z důvodu malého počtu zástupců jednotlivých skupin a také z důvodu vyloučení statisticky významných rozdílů u parametrů SA VSF mezi skupinami před zahájením jakékoli intervence.

Nejvýznamnějšími faktory ovlivňující autonomní reaktivitu jsou věk a některá onemocnění (Stejskal, 2004). Do naší studie byly proto zařazeny pouze zdravé ženy, které se neléčily dlouhodobě s žádným onemocněním, neužívaly žádné léky (vyjma kontraceptiv) a neměly v době vyšetření SA VSF žádné zdravotní obtíže. Probandky, které prodělaly akutní onemocnění v průběhu měření byly ze studie vyřazeny.

V dospělosti dochází k poklesu VSF, spektrálního výkonu i jeho jednotlivých složek. Opakovaně byl v různých studiích prokázán signifikantní pokles hodnot spektrálního výkonu nízko- i vysokofrekvenčního pásma i celkového spektrálního výkonu v souvislosti s věkem. Zohlednění věku při interpretaci výsledků SA VSF je nezbytné (Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010; Šlachta, Stejskal, Elfmark a Salinger, 2001, Sloan et al., 2008). Do naší studie byly z těchto důvodů zařazeny ženy s věkovým průměrem 23,5 ($\pm 2,5$) let. U tohoto věkového rozpětí nepředpokládáme rozdíly reaktivity ANS v závislosti na věku.

Vliv pohlaví na výsledky SA VSF u dospělých osob nebyl zcela jednoznačně prokázán a nálezy se v jednotlivých studiích liší (Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010). Všeobecně se výsledky těchto studií shodují v názoru, že u žen je snížena celková VSF, nižší celkový spektrální výkon, výkon v oblasti nízké frekvence a poměr LF/HF. Rozdíly výsledků SA VSF u mužů a žen se stírají v období menopauzy. Předpokládá se, že rozdíly VSF mezi jedinci opačného pohlaví jsou podmíněny hormonálními vlivy, rozdílnou konstitucí těla, množstvím a rozložením tukové tkáně, ale i rozdílnou intenzitou a typem fyzické aktivity (Javorka, 2008; Sloan et al., 2008; Barantke et al., 2008). Z důvodu rozdílné reaktivity mužů a žen byly do naší studie zařazeny pouze ženy.

Hodnoty jednotlivých parametrů spektrální analýzy se také mění v souvislosti s menstruačním cyklem (Yildirim, Kabakci, Akgul, Tokgozoglu a Oto, 2002; Bai, Li, Zhou

a Li, 2009). V naší studii jsme ovšem tyto vlivy nestudovali vzhledem k malému počtu probandů v jednotlivých skupinách a také poměrně častému užívání hormonální antikoncepce, která menstruační cyklus významně ovlivňuje. Celkem 11/26 účastnic naší studie (skupina A-4/9; skupina B-5/10; skupina C-2/7) užívalo v době měření orální kontraceptiva. Dle studie Schueller, Feuring, Sharkova, Grimm a Christ (2006) však užívání antikoncepce VSF neovlivňuje.

Z důvodu možného ovlivnění výsledků SA VSF nebyly do souboru zahrnuty kuřačky. Negativní vliv kouření na autonomní funkce u kuřáků byl potvrzen např. ve studii Cagirci et al. (2009).

Pro dodržení standardních podmínek jsme vyšetření u všech dobrovolnic prováděli v ranních hodinách. Testované osoby se 24 hodin před vyšetřením vyvarovaly konzumaci nápojů a stravy ovlivňující aktivitu sympatiku či parasympatiku (káva, čaj, alkohol a jiné stimulanty) a zvýšenému fyzickému nebo psychickému stresu (Botek, Stejskal, Jakubec a Kalina, 2004). Pro validní výsledek vyšetření SA VSF bylo nutné, aby výsledky pro hodnocení vycházely pouze ze srdečních stahů sinusového původu. Toho jsme se pokusili docílit eliminací ventrikulárních i supraventrikulárních extrasystol a všech dalších artefaktů (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro validní výsledky i správnou interpretaci výsledků SA VSF je dechový vzor (vzájemný vztah mezi dechovým objemem a frekvencí dýchání). Opavský (2002) udává nutnost dodržení dechové frekvence větší než 12-15 dechů za minutu, protože při nižší dechové frekvenci se HF složka prolíná do spektrálního výkonu složky LF a výsledky jsou tímto významně zkresleny. U těchto osob nelze správně interpretovat výsledky vyšetření SA VSF bez sledování dechové frekvence (Kolisko et al., 2001; Kolisko, Jandová a Salinger, 2004).

Někteří autoři doporučují při vyšetření SA VSF použít metronom. Rytmizace dýchání umožňuje při vyšetření SA VSF identifikovat a stabilizovat polohu respiračně vázané frekvence, reflektující aktivitu vagu. Při frekvenci dýchání 12 dechů za minutu je respiračně vázaná frekvence v pásmu 0,2 Hz (Kolisko et al., 2001; Kolisko, Jandová a Salinger, 2004). Nicméně se autoři shodují, že výsledky rytmitizovaného dýchání se signifikantně liší od výsledků dýchání spontánního. Driscoll & Diccio (2000) ve studii porovnávali vliv dýchání dle metronomu (12 dechů za minutu) a spontánního dýchání na autonomní reaktivitu. Na rozdíl od spontánního dýchání došlo při dýchání dle metronomu k zvýšení síly HF složky spektra a snížení poměru LF/HF. Na základě těchto výsledků autoři uvádějí, že dýchání dle metronomu zvučuje aktivitu parasympatiku. Podobný výsledek přinesla studie Koliska et al.

(2001). V lehu po ortostáze při rytmizované dechové frekvenci 12 dechů za minutu došlo k signifikatnímu zvýšení parametrů charakterizujících aktivitu vagu (pásmo HF) a dále ke snížení parametrů ukazujících aktivitu sympatiku a baroreceptorů (pásmo LF a VLF). Celkový spektrální výkon se signifikantně zvýšil.

V průběhu vyšetření SA VSF v naší studii bylo dýchání u všech probandů kontrolováno vizuálně abychom předešli poklesu dechové frekvence pod 12 dechů/min. Zároveň jsme se chtěli vyhnout ovlivnění výsledků SA VSF rytmizovaným dýcháním dle metronomu. Aktuální výsledky měření dechové frekvence jsou zobrazovány na obrazovce monitoru. Domníváme se proto, že je lze velmi snadno kontrolovat a případně korigovat i bez použití metronomu.

Z důvodu existence velkého množství výše uvedených faktorů, které ovlivňují stav ANS se domníváme, že doposud nelze zcela přesně prokázat vliv cvičení s respirační pomůckou na autonomní reaktivitu.

Výsledky prvního měření u cílové skupiny A i kontrolních skupin B a C jsme použili pro srovnání, zda se liší autonomní reaktivita mezi skupinami. Před zahájením jakékoli intervence nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi parametry spektrální analýzy (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získanými z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh ani mezi věkově standardizovanými komplexními indexy (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance mezi cílovou skupinou A a kontrolní skupinou B, ani mezi cílovou skupinou A a kontrolní skupinou C. Na základě těchto výsledků považujeme skupiny A, B a C z hlediska autonomní reaktivity za rovnocenné.

Jednorázové cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP vedlo ke zvýšení těchto parametrů spektrální analýzy: POWER LF, POWER HF, Freq. LF, RATIO LF/HF, R-R INTERVALY, Rel. LF, TOTAL POWER, ke snížení došlo u těchto parametrů spektrální analýzy: Freq. HF, Rel. HF, Breath freq. U věkově standardizovaných komplexních indexů došlo ke zvýšení u parametrů Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance a ke snížení parametru Funkční věk. Můžeme říct, že došlo k zvýšení některých hodnot parametrů charakterizujících sympatikus i parasympatikus, zvýšení TOTAL POWER i celkového skóre a snížení dechové frekvence a funkčního věku. K statisticky významnému zvýšení ovšem došlo pouze u parametru R-R INTERVALY ($p=0,028403$).

U kontrolní skupiny C, která neprováděla cvičení s respirační pomůckou Threshold došlo po 30 minutách klidného sedu k zvýšení těchto parametrů spektrální analýzy: POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, R-R INTERVALY, Rel. LF, TOTAL

POWER, ke snížení došlo u těchto parametrů spektrální analýzy: Rel. HF, Breath freq. U věkově standardizovaných komplexních indexů došlo ke zvýšení u parametrů Funkční věk a Vagotonie a ke snížení parametru Celkové skóre a S-V balance. Můžeme říct, že došlo k zvýšení téměř všech hodnot spektrálních ukazatelů charakterizujících sympatikus i parasympatikus, zvýšení TOTAL POWER, ale zároveň ke snížení Celkového skóre a S-V balance a také snížení dechové frekvence. K statisticky významnému zvýšení došlo pouze u parametrů R-R INTERVALY ($p=0,017961$).

V porovnání výsledků SA VSF u cílové skupiny A (rozdíl zaznamů 2 a 1) a výsledků SA VSF u kontrolní skupiny C (rozdíl zaznamů 2 a 1) pomocí Mann-Whitneyova U-testu nacházíme statistické významné rozdíly u hodnot věkově standardizovaného komplexního indexu S-V balance ($p=0,026225$, hodnoty S-V balance se u skupiny A nesignifikantně snížily, zatímco u skupiny C došlo k jejich nesignifikantnímu zvýšení).

U obou skupin (A i C) došlo k signifikantnímu zvýšení hodnot RR-INTERVALY. Porovnáme-li rozdíly zaznamů 2 a 1 skupiny A a rozdíly zaznamů 2 a 1 skupiny C, tak u hodnoty RR-INTERVALY nenacházíme statisticky významný rozdíl. Usuzujeme proto, že ani u skupiny A nelze vyslovit jednoznačný závěr, že jednorázové cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP vede ke zvýšení hodnoty RR-INTERVALY, neboť k tomuto zvýšení došlo významně také u kontrolní skupiny C, která toto cvičení neprováděla.

Opakované cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP prováděné třikrát denně po dobu tří týdnů měřené před prvním a před posledním cvičením (záznam 1 a záznam 3) vedlo u cílové skupiny A ke zvýšení těchto parametrů spektrální analýzy: POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, R-R INTERVALY, Rel. HF, TOTAL POWER, Breath freq, ke snížení došlo u těchto parametrů spektrální analýzy: POWER LF, RATIO LF/HF a Rel. LF. U věkově standardizovaných komplexních indexů došlo ke zvýšení u parametrů Funkční věk a ke snížení parametru Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance. Můžeme říct, že došlo k zvýšení všech hodnot parametrů charakterizujících parasympatikus, některých hodnot charakterizujících sympatikus a zvýšení TOTAL POWER, dechové frekvence a funkčního věku. K statisticky významné změně ovšem nedošlo u žádného ze sledovaných parametrů.

Na rozdíl od cílové skupiny A došlo u kontrolní skupinou B měřené dvakrát v odstupu 3 týdnů bez cvičení s respirační pomůckou k snížení těchto parametrů spektrální analýzy: POWER HF, Freq. HF, R-R INTERVALY, Rel. HF, TOTAL POWER, Breath freq. U těchto parametrů došlo u skupiny A po třech týdnech cvičení s pomůckou naopak k zvýšení. Shodně (ve smyslu snížení nebo zvýšení) reagovaly u obou skupin A i B hodnoty těchto parametrů: POWER LF, Freq. LF, RATIO LF/HF, Rel. LF. U věkově standardizovaných komplexních

indexů došlo stejně jako u skupiny A také u skupiny B k zvýšení hodnot parametru Funkční věk a ke snížení u parametrů Celkové skóre a Vagotonie. Na rozdíl od skupiny A se u skupiny B zvýšila hodnota S-V balance. U žádného ze sledovaných parametrů u skupiny B nedošlo k statisticky významné změně.

U skupiny A pozorujeme zvýšení (nesignifikantní) téměř všech hodnot parametrů spektrální analýzy, u skupiny B dochází naopak více k snížení (nesignifikantnímu) těchto hodnot. Porovnáme-li pomocí Wilcoxonova párového testu výsledky SA VSF u cílové skupiny A (rozdíl záznamů 3 a 1) a výsledky SA VSF u kontrolní skupiny B (rozdíl záznamů 2 a 1) nenalezneme žádný signifikantní rozdíl mezi skupinami A a B.

V poslední části výzkumu SA VSF v této diplomové práci jsme se pokusili zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl v hodnotách parametrů SA VSF po prvním a po posledním (záznam 2 a 4) cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP u cílové skupiny A. V rozdílu záznamů 2 a 4 došlo k zvýšení těchto parametrů spektrální analýzy: POWER LF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, R-R INTERVALY, Rel. LF, Breath freq., ke snížení došlo u těchto parametrů spektrální analýzy: POWER HF, Rel. HF, TOTAL POWER. U věkově standardizovaných komplexních indexů došlo ke zvýšení u parametrů Funkční věk a ke snížení parametru Celkové skóre, Vagotonie a S-V balance. V rozdílu záznamů po prvním a po posledním měření jsme našli statisticky významné zvýšení hodnoty spektrálního ukazatele LF/HF ($p=0,038153$) a statisticky významné snížení hodnoty spektrálního ukazatele REL HF ($p=0,020880$). Na základě těchto výsledků usuzujeme, že ve srovnání stavu autonomní reaktivity po prvním a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP došlo v sympatovagové bilanci k mírné převaze směrem k sympatiku.

Pomocí anamnézy část 1. jsme zjistili tyto údaje: v cílové skupině udala jedna probandka alergii na pyl, arašídny, kiwi a lískové ořechy. Jedna probandka z této skupiny trpěla atopickým ekzémem. V kontrolní skupině B byla jedna probandka alergická na arašídny a kešu ořechy, další probandka byla alergická na pyl trav, prach a kočky. Ve skupině B dále jedna probandka trpěla atopickým ekzémem a jedna probandka trpěla sennou rýmou. V kontrolní skupině C se u probandek nevyskytovaly žádné alergie, pouze jedna probandka trpěla atopickým ekzémem. Žádná z probandek ze skupin A, B ani C neměla v době měření žádné zdravotní problémy, neužívala žádné léky (vyjma hormonální antikoncepce) a neléčila s žádným onemocněním.

Anamnéza část 2. nám přinesla informace o fyzickém a psychickém vypětí, zdravotních potížích a užitých lécích u probandek skupiny A. Probandky cílové skupiny A vyplňovaly tyto informace denně po dobu třítydenního tréninku s respirační pomůckou

Threshold do předtištěných listů. U jedné probandky došlo v průběhu tréninkového období k zánětu močových cest. Z důvodu onemocnění a užívání antibiotik byla ze studie vyřazena. Jedna probandka udala bolest hlavy během druhého dne cvičení s pomůckou. U další probandky trvaly bolesti hlavy po dobu prvního až čtvrtého dne cvičení s pomůckou, následně ustaly. Výskyt bolestí hlavy považovaly tyto probandky za spojený s dýcháním s respirační pomůckou. Jedna probandka udala nevolnost a vyšší únavnost během prvního dne cvičení s pomůckou. Domníváme se, že na začátku cvičení s pomůckou může dojít k přechodnému zhoršení zdravotního stavu. Fyzické a psychické zatížení bylo u probandek v období cvičení s pomůckou stejné jako v normálním období.

Pomocí anamnézy část 3. jsme zjišťovali informace o subjektivním hodnocení dýchání při a po cvičení s pomůckou, velikosti nastaveného odporu, časech a dobách provádění cvičení. Tuto anamnézu vyplňovaly probandky skupiny A denně po dobu třítydenního tréninku s pomůckou. Jeden den před měřením SA VSF byla probandkám provedena instruktáž o správném používání přístroje. Při tomto setkání jsme společně s probandkami určili výchozí odpor pro první cvičení s pomůckou, které probíhalo až následující den, během kterého byly pořízeny první dva záznamy SA VSF. Dále si probandky odpor na přístroji nastavovaly individuálně podle jejich subjektivních pocitů při cvičení s pomůckou. Při nastavování odporu je prioritou, aby bylo umožněno dýchání s maximálním úsilím, ale současně bylo cvičení pro probanda příjemné. Správně nastavený odpor umožňuje cvičenci pravidelné dýchání, kdy nádech/vydech je v poměru 1:3 až 1:4. Vždy po týdnu cvičení s pomůckou byl zkontrolován dosažený odpor a případně dále zvýšen. Zároveň bylo zkontrolováno správné užívání pomůcky, provádění cvičení a držení těla při cvičení. Průměrný odpor do výdechu byl u prvního cvičení s pomůckou 6 cm H₂O (v rozmezí 5-7 cm H₂O). Průměrný dosažený odpor byl u posledního měření 12,8 cm H₂O (v rozmezí 8-20 cm H₂O). Průměrně trvala doba provádění cvičení 12 minut. Většinou udávané pocity při cvičení: „dýchal se mi snadno“, „dobře“, „lehce“ a „středně“. Pouze ojediněle (ve čtyřech případech) považovaly probandky dýchání za subjektivně těžké. Pocity těžkého cvičení byly vždy spojeny se zvednutím odporu na přístroji. U třech probandek došlo v průběhu tréninkového období k jednorázovému výskytu točení hlavy při cvičení. Dále se jednotlivě vyskytly případy pocitu hyperventilace, brnění koutku úst a zvýšené produkce hlenu. Domníváme se, že během cvičení, zvláště v období zvýšení odporu, může dojít k nepříjemným pocitům jako je točení hlavy nebo pocit hyperventilace. Tyto pocity jsou přechodné, nicméně se domníváme, že při jejich výskytu je vhodné cvičení po dobu potíží neprovozovat.

V anamnéze část 4. udávaly probandky skupiny A na konci třítydenního tréninkového období s respirační pomůckou subjektivní hodnocení cvičení s pomůckou Threshold PEP a jeho efekt. Všechny probandky zhodnotily pocity při cvičení jako příjemné. Z volných odpovědí na otázku pocitů při cvičení a těsně po něm vybíráme tyto odpovědi: „velmi příjemná aktivace břišního svalstva“; „občas po cvičení pocity hyperventilace, po jeho ústupu velmi příjemný pocit snadného dýchání“; „velmi příjemné rozdýchání po ránu“; „po cvičení se mi dýchalo lehčeji“. Pět probandek pozorovalo po třítydenním cvičení s pomůckou změnu dýchání nebo celkového stavu. Z volných odpovědí na otázku změn dýchání a celkového stavu vybíráme tyto odpovědi: „lepší rozvíjení hrudníku, odstranění blokády Th páteře a žeber“; „zvýšená salivace“; „snadnější dýchání při zátěži, pocit zadýchání se dostává později“; „využívám více břišní dýchání a méně často mám potřebu se dodechnout hlubokým nádechem“; „snadnější nafukování balónků“. Žádná z probandek nepozorovala v době cvičení s pomůckou změny spánku. Délku cvičení považovalo sedm probandek za příjemnou, dvě probandky ji označily jako dlouhou.

Dotazník na autonomní funkce podává orientační informace o vyváženosti odpovědí na projevy sympatiku a parasympatiku. Vyhodnocení se provádí podle počtu odpovědí skupiny sympatiku/parasympatiku/indiferentní. U zdravých osob je dle autorů Opavského & Salinger (1995) zastoupení sympatiku, parasympatiku a indiferentní v poměru 5,4/6,1/4,2. Průměrné výsledky v naší práci byly u skupiny A: 6,78/5,78/3,44; u skupiny B: 8,1/5,2/2,7; u skupiny C 8,0/4,71/3,29. Domníváme se, že účastnice naší studie měly sklon k převažující aktivitě sympatiku. Mezi skupinami není výrazný rozdíl.

Dále jsme u všech tří skupin vyšetřovali subjektivní a objektivní příznaky zvýšené nervosvalové dráždivosti. Pro subjektivní hodnocení byl použit jednoduchý dotazník o pěti otázkách. Každá pozitivní odpověď byla hodnocena jako 1 bod. Průměrný počet pozitivních odpovědí u tohoto dotazníku byl u skupiny A: 1,22/5; u skupiny B: 0,6/5; u skupiny C: 0,57/5. Objektivně jsme vyšetřovali Chvostkův příznak I-III, Trömnerův příznak a Lustův příznak, bilaterálně. Každá pozitivní odpověď byla hodnocena jako 1 bod. V součtu bylo možné dosáhnout maximálního počtu 10 bodů. Průměrný výsledek byl u probandů skupiny A 3,78 bodů, skupiny B 2,6 bodů a skupiny C 4,43 bodů. Na základě těchto výsledků se domníváme, že účastnice naší studie měly sklon k zvýšené nervosvalové dráždivosti. Zvýšená nervosvalová dráždivost je jeden z faktorů, který také může ovlivnit výsledky SA VSF.

Stejně jako u kontrolní skupiny B, která necvičila s pomůckou, nedošlo ani u cílové skupiny A po třech týdnech cvičení s pomůckou k žádné změně ve výsledcích vyšetření kineziologického rozboru, které zahrnovalo zkrácené vyšetření stoje (postavení pánve,

jednotlivých úseků páteře, hlavy a lopatek). Posturální stabilitu páteře byla hodnocena testy dle Koláře (2009): test flexe trupu, extenční test a brániční test. U tří probandek cílové skupiny A jsme zaznamenali zlepšení ve vyšetření bráničního testu. U těchto probandek došlo také ke zlepšení rozvíjení hrudníku. U probandek kontrolní skupiny B nedošlo k žádným změnám posturální stability.

Ve vyšetření zkrácených svalů (m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major - abdominální a sternální část a m. pectoralis major - klavikulární část spolu s m. pectoralis minor, bilaterálně) jsme nezaznamenali žádné významné změny u cílové skupiny A ani u kontrolní skupiny B. Rovněž ve vyšetření přítomnosti zvýšeného svalového napětí a reflexních změn, které jsme vyšetřovali u extenzorové skupiny krčního svalstva, mm. scalení, m. sternocleidomastoideus, m. trapezius, m. levator scapulae, m. pectoralis major, m. pectoralis minor a m. diaphragma bilaterálně jsme nezaznamenali žádné změny u cílové skupiny A, ani u kontrolní skupiny B. Z těchto výsledků usuzujeme, že třítydenní cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP nevede ke změnám v reaktivitě svalů fyziologicky nebo patofyziologicky spojených s dýcháním.

Z výsledků naší práce si dovoluujeme usuzovat, že jednorázové ani opakované třítydenní cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP nevede k významnějším změnám autonomní reaktivity. Na rozdíl od studie Zdařilové, Opavského, Ošťádalové a Riedla (2004), kde byl zkoumán vliv jednorázového a opakovaného cvičení proti odporu (pomocí Frolova dýchacího trenažeru) na autonomní reaktivitu a došlo k posunu ukazatelů SA VSF směrem k parasympatikotonii (zvýšení POWER HF, TOTAL POWER, MSSD) po prvním cvičení i po 28 dnech cvičení s pomůckou u zdravých osob, ve výsledcích naší práce k podobným příznivým změnám nedošlo.

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posoudit zda má jednorázové a opakované cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP vliv na reaktivitu autonomního nervového systému. Měření probíhalo pomocí metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF) u skupiny zdravých probandů. Hodnotili jsme změny spektrálních ukazatelů (POWER LF, POWER HF, Freq. LF, Freq. HF, RATIO LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, TOTAL POWER) a R-R INTERVALY a Breath freq. získané z třetího intervalu (leh 2) zkoušky leh-stoj-leh a změny věkově standardizovaných komplexních indexů (Funkční věk, Celkové skóre, Vagotonie, S-V balance).

1. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měření od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny B před prvním měření.
2. Reaktivita autonomního nervového systému se liší před a po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP. Bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnoty parametru RR ($p=0,028403$).
3. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší před zahájením prvního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP a před zahájením posledního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou.
4. Reaktivita autonomního nervového systému se liší po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl hodnot těchto parametrů SA VSF: zvýšení LF/HF ($p=0,038153$) a snížení REL HF ($p=0,020880$).
5. Autonomní reaktivita se neliší u dvou záznamů kontrolní skupiny B pořízených v odstupu tří týdnů bez absolvování cvičení s respirační pomůckou.

6. Reaktivita autonomního nervového systému se neliší u cílové skupiny A před prvním měření od reaktivity autonomního nervového systému u kontrolní skupiny C před prvním měření.

7. Autonomní reaktivita se liší u dvou záznamů kontrolní skupiny C pořízených v odstupu 30 minut strávených v klidu, vsedě. K statisticky významnému zvýšení došlo u hodnot RR ($p=0,017961$).

8 SOUHRN

Hlavním cílem diplomové práce bylo posoudit vliv jednorázového a opakovaného cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na reaktivitu autonomního nervového systému pomocí metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF) u skupiny zdravých probandů.

Měření se zúčastnilo 26 studentek Univerzity Palackého v Olomouci s věkovým průměrem 23,5 ($\pm 2,5$) let. Vyšetření probíhala za standardizovaných podmínek v dopoledních hodinách na katedře fyzioterapie. Probandky cílové skupiny A ($n=9$) cvičily třikrát denně po dobu tří týdnů s respirační pomůckou Threshold PEP. SA VSF byla změřena před a pět minut po cvičení na začátku a na konci třítydenního tréninkového období. Zbývajících 17 žen tvořilo kontrolní skupiny B a C. Probandky skupiny B ($n=10$) byly změřeny dvakrát v odstupu tří týdnů, bez provádění cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP. Probandky skupiny C ($n=7$) byly změřeny dvakrát téhož dne v odstupu 30 minut, které probandka strávila v klidu, vsedě.

Měření byla doplněna několika dotazníky, které se týkaly anamnézy, autonomních funkcí a subjektivního stavu. Poté byl proveden zkrácený kineziologický rozbor a vyšetření posturální stability, vyšetření zkrácených svalů a palpační vyšetření zvýšeného svalového napětí a reflexních změn u vybraných svalů. Pro diagnostiku variability srdeční frekvence byl použit telemetrický systém VarCor PF7.

Mezi skupinami A, B a C nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Po prvním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP došlo k statisticky významnému zvýšení hodnot spektrální analýzy u parametru RR ($p=0,028403$). K tomuto zvýšení došlo také u kontrolní skupiny C ($p=0,017961$), která tato cvičení neprováděla.

Před zahájením prvního cvičení a před zahájením posledního cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou nebyl nalezen statisticky významný rozdíl hodnot parametrů spektrální analýzy. Při porovnání hodnot parametrů spektrální analýzy u skupiny A (záznam 3 a 1) se skupinou B (záznam 2 a 1) nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.

Po prvním cvičení a po posledním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP po absolvování třítydenního cvičebního programu s touto dechovou pomůckou bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnot parametru LF/HF ($p=0,038153$) a statisticky významné snížení hodnot parametru REL HF ($p=0,020880$).

9 SUMMARY

The main aim of this diploma thesis was to examine the influence of single and repeated breathing training with the respiratory instrument Threshold PEP on reactivity of the autonomic nervous system using the method of spectral analysis of heart rate variability (HRV) in a group of healthy probands.

The measurement was carried out on 26 female students of the Palacký University in Olomouc, with the mean age of 23.5 (± 2.5) years. The examination was carried out under standardized conditions, in the morning hours at the department of physiotherapy. Probands from the target group A (n=9) exercised with the respiratory instrument Threshold PEP three times a day for three weeks. Spectral analysis of HRV was measured before and 5 minutes after the exercise at the beginning and at the end of this three-week training period. The remaining 17 women formed control groups B and C. The probands from the control group B (n=10) were measured twice in the course of three weeks, without any exercising with the respiratory instrument Threshold PEP. The probands from the control group C (n=7) underwent two measurements during the same day in the course of 30 minutes, sitting at rest.

The measurements were accompanied by several questionnaires concerning personal history, autonomous functions and subjective state. Then followed a shortened kinesiological analysis and examination of postural stability, examination of muscle imbalance and palpation examination of increased muscle tension and reflex changes in selected muscles. The telemetric VarCor PF7 system was used to diagnose the heart rate variability.

There were no statistically significant differences between the groups A, B and C.

After the first exercising with the respiratory instrument Threshold PEP, we have identified a statistically significant increase in the spectral analysis value of RR ($p=0,028403$). This increase was identified also in control group C ($p=0,017961$), which did not make this exercising.

Before the first and the last exercising with the respiratory instrument Threshold PEP, having finished a three-week training programme with this respiratory instrument, we identified no statistically significant difference in values of the spectral analysis parameters. The comparison of values of the spectral analysis parameters of group A (records 3 and 1) with those of group B (records 2 and 1) has shown no statistically significant difference between the two groups.

After the first and the last exercising with the respiratory instrument Threshold PEP, having finished a three-week training programme with this respiratory instrument, we

identified a statistically significant increase in values of parameter: LF/HF ($p=0,038153$) and a statistically significant increase in values of parameter: REL HF ($p=0,020880$).

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abd El Dayem, S.M., Battah, A.A., & Soliman, R.A. (2011). Natural progression of cardiac autonomic neuropathy in patients with type 1 diabetes: a four-year follow-up study. *Anadolu Kardiyoloji dergisi*, 11(3), 224-231.
- Aboussafy, D., Campbell, T.S., Lavoie, K., Aboud, F.E., & Ditto, B. (2005). Airflow and autonomic responses to stress and relaxation in asthma: the impact of stressor type. *International journal of psychophysiology:official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 57(3), 195-201.
- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. Praha: Galén.
- Bai, X., Li, J., Zhou, L., & Li, X. (2009). Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 297(2), 765-774.
- Barantke, M., Krauss, T., Ortak, J., Lieb, W., Reppel, M., Burgdorf, C., Pramstaller, P.P., Schunkert, H., & Bonnemeier, H. (2008). Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers. *Journal of cardiovascular electrophysiology*, 19(12), 1296-1303.
- Bédard, M.E., Marquis, K. Poirier, P., & Provencher, S. (2010). Reduced heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease independent of anticholinergic or β -agonist medications. *COPD*, 7(6), 391-397.
- Botek, M., Stejskal, P., Jakubec, A., & Kalina, M. (2004). Kvantifikace aktivity autonomního nervového systému v zotavení s možností monitorování procesu superkompenzace metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 10-17). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Botek, M., Stejskal, P., Krejci, J., Jakubec, A., & Gaba, A. (2010). Vagal threshold determination. Effect of age and gender. *International journal of sports medicine*, 31(11), 768-772.
- Burianová, K., Zdařilová, E., Vařeková R., & Vařeka, I. (2006). Ovlivnění dýchání pomocí Threshold PEP a Threshold IMT. In D. Smékal & J. Urban (Eds.), *Sborník abstraktů. I. absolventská konference Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury* (pp. 51). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Burianová, K., Zdařilová, E., Vařeková R., & Vařeka, I. (2006). Ovlivnění dýchání pomocí Threshold PEP a Threshold IMT - workshop. In D. Smékal & J. Urban (Eds.), *Sborník*

- abstraktů. I. absolventská konference Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury (pp. 52-53). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Cagirci, G., Cay, S., Karakurt, O., Eryasar, N., Kaya, V., Canga, A., Yesilay, A.B., Kilic, H., Topaloglu, S., Aras, D., Demir, A.D., & Akdemir, R. (2009). Influence of heavy cigarette smoking on heart rate variability and heart rate turbulence parameters. *Annals of noninvasive electrocardiology: the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.*, 14(4), 327-332.
- Camillo, C.A., Pitta, F., Possani, H.V., Barbosa, M.V., Marques, D.S., Cavalheri, V., Probs, V.S., & Brunetto, A. F. (2008). Heart rate variability and disease characteristics in patients with COPD. *Lung*, 186(6), 393-401.
- Campbell, T.S., Lavoie, K.L., Bacon, S.L., Scharf, D., Aboussafy, D., & Ditto, B. (2006). Asthma self-efficacy, high frequency heart rate variability, and airflow obstruction during negative affect in daily life. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 62(1), 109-14.
- Carvalho, T.D., Pastre, C.M., de Godoy, M.F., Fereira, C., Pitta, F.O., de Abreu, L.C., Ramos, E.M., Valenti, V.E., & Vanderlei, L.C. Fractal correlation property of heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 6(6), 23-28.
- Cysarz, D., & Büssing, A. (2005). Cardiorespiratory synchronization during Zen meditation. *European journal of applied physiology*, 95(1), 88-95.
- Dantas, E.M., Gonçalves, C.P., Silva, A.B., Rodrigues, S.L., Ramos, M.S., Andreão, R.V. Pimentel, E.B., Lunz, W., & Mill J.G. (2010). Reproducibility of heart rate variability parameters measured in healthy subjects at rest and after a postural change maneuver. *Brazilian journal of medical and biological research*, 43(10), 982-988.
- Driscoll, D., & Diccio, G. (2000). The effects of metronome breathing on the variability of autonomic activity measurements. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 23(9), 610-614.
- Fráňa, P., Souček, M., Řiháček, I., Bartošíková, L., & Fráňová, J. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 4, 375-377.
- Irmiš, F. (2007). *Temperament a autonomní nervový systém*. Praha: Galén.
- Ganong, W. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.

- Gunduz, H., Talay, F., Arinc, H., Ozyildirim, S., Akdemir, R., Yolcu, M., Kanat, M., & Uyan, C. (2009). Heart rate variability and heart rate turbulence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cardiology journal*, 16(6), 553-559.
- Honzíková, N. (2004). Citlivost baroreflexu u dospívající mládeže. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 23-26). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Hosová, J., Jirkovská, A., & Bouček, P. (2001). Diabetická autonomní neuropatie – klinický význam, diagnostika a léčba. *Interní medicína pro praxi*, 6, 263-266.
- Hruboň, A., Lacko, A., Urban, M., Straka, J., & Bestvina, D. (2005). Spektrální analýza variability RR intervalov v diagnostice vazovagálních synkopálních stavov. *Cardiol*, 14(1), 11-15.
- Jakubec, A., Stejskal, P., Botek, M., Salinger, J., Řehová, I., Žujová & Pavlík., F. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu dynamické práce v setrvalém stavu. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 13(3), 121-129.
- Jandová, D. (2009). *Balneologie*. Praha: Grada Publishing.
- Javorka, K., et al. (2008). *Variabilita frekvencie srdca*. Martin: Osveta.
- Jíra, M. (2009). Citlivost baroreflexu a její genetická podmíněnost. *Čs. fyziologie*, 58(1), 15-22.
- Jovanov, E. (2005). On Spectral Analysis of Heart Rate Variability during Very Slow Yogic Breathing. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference*, 3, 2467-2470.
- Kalmykova, A.V., Mironova, T.F., & Davydova, E.V. (2009). Cardiac rhythm variability in chronic bronchial asthma. *Klinicheskaia meditsina*, 87(8), 33-40.
- Kantor, L. (2003). Co víme o autonomním nervovém systému novorozence? *Pediatric pro praxi*, 5, 264-266.
- Kolisko, P., Jandová, D., & Salinger, J. (2004). Vybrané autoregulační techniky a jejich vliv na aktuální funkční změny autonomního nervového systému (ANS). In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 35-47). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kolisko, P., Salinger, J., Opavský, J., Stejskal, P., Jandová, D., Slováček, K., & Ježek. (2001). Vliv řízeného a spontánního dýchání na změny funkčního stavu autonomního nervového systému (ANS). In H. Válková & Z. Hanelová (Eds.), *Movement and health* (pp. 269-476), Olomouc: Univerzita Palackého.

- Lehrer, P., Feldman, J., Giardino, N., Song, H.S., & Schmaling, K. (2002). Psychological aspects of asthma. *Journal of consulting and clinical psychology, 70(3)*, 691-711.
- Lötters, F., Tol, B., Kwakkel, G., & Gosselink, R. (2002). Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *European respiratory journal, 20(3)*, 570-577.
- Mainardi, L.T. (2009). On the quantification of heart rate variability spectral parameters using time–frequency and time-varying methods. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 367(1887)*, 255–275.
- Martinmäki, K., Rusko, H., Saalasti, S., & Kettunen, J. (2005). Ability of short-time Fourier transform method to detect transient changes in vagal effects on hearts: a pharmacological blocking study. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology, 290*, 2582-2589.
- McCorry, L. K. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American Journal of Pharmaceutical Education, 71(4)*, 1-11.
- Mokrý, J., Remeňová, T., & Javorka, K. (2006). Changes in Respiratory Rate, Blood Pressure and Heart Rate Variability in Rabbits during Orthostasis. *Acta veterinaria Brno, 75*, 3-12.
- Montesano, M., Miano, S., Paolino, M.C., Massolo, A.C., Ianniello, F., Forlani, M., & Villa, M.P. (2010). Autonomic cardiovascular tests in children with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep, 33(10)*, 1349-1355.
- Nevšimalová, S., Růžička, E. & Tichý, J. (2002). *Neurologie*. Praha: Galén.
- Olšovský, J. & Svačinová, H. (2005). Možnosti vyšetření kardiovaskulární autonomní neuropatie. *Vnitřní lékařství, 51(S2)*, 26-28.
- Opavský, J. (2002). *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie*. Praha: Galén.
- Opavský, J. (2004). Metody vyšetřování autonomního nervového systému a spektrální analýza variability srdeční frekvence. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 81-85). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Opavský, J., Bajerová, K., Gadasová, M., Barnášová, A., Kolisko, P., Salinger, J., & Opavská, H. (1999). Vliv dýchání a pravidelných cvičení na autonomní nervový systém. In H. Válková & Z. Hanelová (Eds.), *Movement and health* (pp. 419-423), Olomouc: Univerzita Palackého.

- Ostrowska-Nawarycz, L., Wroński, W., Błaszczuk, J., & Nawarycz, T. (2006). The heart rate variability analysis in youth and children with bronchial asthma. *Polski merkuriusz lekarski: organ organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 20 (118), 399-403.
- Ošťádal, O., Burianová, K., Zdařilová, E. (2008). Léčebná rehabilitace a fyzioterapie v pneumologii (stručný přehled). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Pichon, A., de Bisschop, C., Diaz, V., & Denjean, A. (2005). Parasympathetic airway response and heart rate variability before and at the end of methacholine challenge. *Chest*, 127(1), 23-29.
- Pinna, G.D., Maestri, R., La Rovere, M.T., Gobbi, E., & Fanfulla, F. (2006). Effect of paced breathing on ventilatory and cardiovascular variability parameters during short-term investigations of autonomic function. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 290(1), 424-433.
- Pokrovskii, V.M. (2006). Hierarchy of the heart rhythmogenesis levels is a factor in increasing the reliability of cardiac activity. *Medical hypotheses*, 66(1), 158-164.
- Reis, M., Arena, R., Deus, A.P., Simões, R.P., Catai, A.M., & Borghi-Silva, A. (2010). Deep breathing heart rate variability is associated with respiratory muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics (São Paulo, Brazil)*, 65(4), 369-375.
- Salinger, J., Opavský, J., Bula, J., Vychodil, R., Novotný, J., & Vaverka, F. (1994). Programové vybavení měřicího systému, typ TF-2, určené pro spektrální analýzu variací R-R intervalů v kardiologii. *Lékař a technika*, 25(3), 58-62.
- Salinger, J., Stejskal, P., Opavský, J., Gwozdziwicz, M., Gwozdziwiczová, S., Novotný, J., Elfmark, M., & Bula, J. (2004). System type VarCor PF for non-invasive diagnostics of the heart rate variability and of the respiratory rate. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 96-104). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Salinger, J., Vychodil, R., Stejskal, P., Opavský, J., Novotný, J., & Bula, J. (1999). Příklady řešení modelových situací diagnostickým systémem VariaCardio TF4. In H. Válková, Z. Hanelová (Eds.), *Pohyb a zdraví*, (pp. 455-459). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Sanderson, J.E., Yeung, L.Y., Yeung, D.T., Kay, R.L., Tomlinson, B., Critchley, J.A., Woo, K.S., & Bernardi, L. (1996). Impact of changes in respiratory frequency and posture on power spectral analysis of heart rate and systolic blood pressure variability in normal subjects and patients with heart failure. *Clinical Science*, 91(1), 35-43.

- Sato, K., Kawamura, T., & Abo, T. (2010). "Senobi" stretch ameliorates asthma symptoms by restoring autonomic nervous system balance. *Journal of investigative medicine: the official publication of the American Federation for Clinical Research*, 58(8), 968-70.
- Schueller, P.O., Feuring, M., Sharkova, Y., Grimm, W., & Christ, M. (2006). Effects of synthetic progestagens on autonomic tone, neurohormones and C-reactive protein levels in young healthy females in reproductive age. *International journal of cardiology*, 111(1), 42-48.
- Slíva, J. & Minárik, J. (2008). Selektivní antagonista muskarinových M3 receptorů v léčbě hyperaktivního močového měchýře (overactive bladder, OAB) - darifenacin. *Praktická gynekologie*, 12 (3), 146-149.
- Sloan, R.P., Huang, M.H., McCreath, H., Sidney, S., Liu, K., Dale Williams, O., & Seeman, T. (2008). Cardiac autonomic control and the effects of age, race, and sex: the CARDIA study. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, 139(1-2), 78-85.
- Stejskal, P. (2004). Využití nové metodiky hodnocení SA HRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní praxi. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 105-116). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Stejskal, P., & Salinger, J. (1996). Spektrální analýza variability srdeční frekvence. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2, 33-42.
- Szollosi, I., King, S.J., Wilson, J.W., & Naughton, M.T. (2009). Tachycardia in adults with cystic fibrosis is associated with normal autonomic function. *Internal medicine journal*, 41(5), 000-000.
- Šiška, E., Kudláček, M., Štěrbová, D., & Stejskal, P. (2009). The administration of the rorschach inkblot method and changes in autonomic nervous systém activity. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 39(3), 31-42.
- Šiška, E. & Opavský, J. (2005). The influence od administration of the stroop colour-word test on autonomous modulation of heart activity in subjects with different personality traits. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas philosophica, psychologica*, 34, 23-34.
- Šlachta R., Stejskal, P., Elfmark, M., & Salinger, J. (2001). In *Sborník z 2. Mezinárodní konference – Pohyb a zdraví 2001* (pp. 502-505). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Špinar, J., & Vítovec, J. (2009). Tepová frekvence a kardiovaskulární onemocnění. *Interní medicína pro praxi*, 11(7-8), 315-318.

- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European heart journal*, *17*(3), 354-81, 354-381.
- Tiran, B., Heller, I., Isakov, A., Barnea, O., Greif, J., & Topilsky, M. (2004). Heart rate variability in sarcoidosis: a frequency domain analysis. *European journal of internal medicine*, *15*(8), 518-522.
- Tonhajzerová, I., Ondrejka, I., Javorka, M., Chromá, O., Trunkvalterova, Z., Adamík, P., Javorka, K., Javorková, J., & Lazarová, Z. (2007). *Chronotropná regulácia činnosti srdca a jej zmeny při vybraných ochoreniach v pedopsychiatrii. Psychiatria-psychoterapia-psychosomatika*, *14*(2-3), 89-95.
- Tsai, Y.S., Lai, F.C., Chen, S.R., & Jeng, C. (2011). The influence of physical activity level on heart rate variability among asthmatic adults. *Journal of clinical nursing*, *20*(1-2), 111-118.
- Tulppo, M.P., Mäkikallio, T.H., Seppänen, T., Airaksinen, J.K., & Huikuri, H.V. (1998). Heart rate dynamics during accentuated sympathovagal interaction. *The American Journal of Physiology*, *274* (3), 810-816.
- Uslu, N., Akyol, A., Gorgulu, S., Eren, M., Ocakli, B., Celik, S., Yildirim, A., Aksu, H., & Nurkalem, Z. (2006). Heart rate variability in patients with systemic sarcoidosis. *Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.*, *11*(1), 38-42.
- Van Baak, M.A. (2001). The peripheral sympathetic nervous system in human obesity. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, *2*(1), 3-14.
- Van Gestel, A.J., Kohler, M., Steier, J., Teschler, S., Russi, E.W., & Teschler, H. (2011). Cardiac autonomic dysfunction and health-related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology : official journal of the Asian Pacific Society of Respirology*, *10*, 000-000.
- Van de Louw, A., Médigue, C., Papelier, Y., & Cottin, F. (2008). Breathing cardiovascular variability and baroreflex in mechanically ventilated patients. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *295*(6), 1934-1940.
- Veselský, Z. (2001). Úloha blokátoru alfa - adrenergických receptorů v léčbě onemocnění prostaty. *Zdravotnické noviny (příl. Lékařské listy)*, *50*(22), 16-18.

- Vlčková, E., Bednařík, J., Buršová, Š., Šajgalíková, K., & Mlčáková, L. (2010). Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 73/106(6), 663-672.
- Yildirim, A., Kabakci, G., Akgul, E., Tokgozoglu, L., & Oto, A. (2002). Effects of menstrual cycle on cardiac autonomic innervation as assessed by heart rate variability. *Annals of noninvasive electrocardiology: the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.*, 7(1), 60-63.
- Zdařilová, E., Burianová, K., Mayer, M., & Ošťádal, O. (2005). Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie při poruchách dýchání u neurologicky nemocných. *Neurologia pre prax*, 6 (5), 263–265.
- Zdařilová, E., Opavský, J., Ošťádal, O., & Riedl, J. (2004). Vliv nácviku dýchání proti odporu na změnu spektrálních ukazatelů variability srdeční frekvence a na základní ventilační parametry. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 140-144). Olomouc: Univerzita Palackého.

11 PŘÍLOHY

INFORMACE A INSTRUKCE PRO VYŠETŘOVANÉ OSOBY

Vážená slečno,

účastníte se vyšetření, ve kterém zkoumáme vliv jednorázového a opakovaného cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP na autonomní reaktivitu měřenou pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Veškeré Vámi uvedené údaje budou anonymní. Součástí vyšetření bude sběr anamnestických dat, kineziologický rozbor a měření, o kterých budete plně informována.

Režimová opatření:

- Vyvarujte se stresu a větší fyzické zátěži den před vyšetřením
- Nepijte alkohol večer a ráno před vyšetřením
- V den vyšetření nekuřte, nepijte kávu a silný čaj
- Ráno střídavě posnídejte

„Prohlašuji, že se dobrovolně účastním tohoto vyšetření“

Jméno:.....

Dnešní datum:..... Podpis:.....

DOKLAD O PŘEVZETÍ RESPIRAČNÍ POMŮCKY THRESHOLD PEP

„Prohlašuji, že jsem převzala respirační pomůcku, náustek a nosní klip. Dále prohlašuji, že jsem byla poučena o správném užívání pomůcky“

Jméno:.....

Dnešní datum:..... Podpis:.....

ANAMNÉZA část 1.

Prosíme, odpovězte stručně na následující otázky:

Datum:.....

Jméno a příjmení:.....

Věk:.....

Výška:.....

Váha:.....

Zaměstnání:.....

Máte v současné době nějaké zdravotní problémy? Jaké?

.....
.....

Léčíte se dlouhodobě na nějaké onemocnění? Jaké?

.....
.....

Užíváte nějaké léky? Jaké?

.....
.....

Trpíte nějakou alergií? Na co?

.....
.....

ANAMNÉZA část 2.

Informace o fyzickém a psychickém vypětí, zdravotních potížích a užitých lécích

Prosíme, odpovězte na tyto otázky:

Otázka č. 1: Byla jste v průběhu dnešního dne vystavena většímu fyzickému vypětí?

Otázka č. 2: Byla jste v průběhu dnešního dne vystavena většímu psychickému vypětí?

Otázka č. 3: Pocítila jste během dne nějaké zdravotní potíže?

Otázka č. 4: Užila jste nějaké léky?

1. den, datum:

1	
2	
3	
4	

2. den, datum:

1	
2	
3	
4	

3. den, datum:

1	
2	
3	
4	

4. den, datum:

1	
2	
3	
4	

ANAMNÉZA část 3:

Cvičení s respirační pomůckou: informace o subjektivním hodnocení dýchání při a po cvičení, velikosti nastaveného tlaku, časech a dobách provádění cvičení

cvičení	datum	čas	doba (min)	odpor (cm H ₂ O)	výdech (s)	pocity při cvičení	pocity po cvičení	přerušení
1								
2								
3								

1								
2								
3								

1								
2								
3								

1								
2								
3								

1								
2								
3								

1								
2								
3								

ANAMNÉZA část 4:

Subjektivní hodnocení cvičení s pomůckou a jeho efekt

1. Jak jste se cítila během cvičení a těsně po něm?

- a. spíše příjemně b. spíše nepříjemně

.....
.....
.....
.....

2. Pozorujete po tří týdenním cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP jakoukoli změnu dýchání nebo celkového stavu?

- a. ano b. ne

.....
.....
.....
.....

3. Pozorujete změny spánku?

- a. ano b. ne

.....
.....
.....
.....

4. Délka cvičení s respirační pomůckou Threshold PEP byla:

- a. krátká b. příjemná c. dlouhá

a.....
.....
.....
.....

DOTAZNÍK NA AUTONOMNÍ FUNKCE

Podtrhněte u každé otázky tu odpověď, která Vás nejvíce vystihuje:

1	Ruce mívám obvykle	studené	teplé	normální, nevím
2	V ústech mívám	často sucho	hodně slin	nevím
3	Krevní tlak mívám	vyšší	nižší	normální
4	Kůži mám spíše	suchou	z pocenou	
5	Váhou	snadno hubnu	snadno přibírám	beze změn
6	Omdlévám	velmi zřídka	celkem snadno	
7	Mám sklon k	zácpě	průjmu	
8	Ruce se mi při rozčilení	třesou	netřesou	
9	Bušením srdce	občas trpím	nikdy netrpím	
10	Vnitřně	mívám pocity napětí	bývám většinou klidný	
11	Jsem	spíše bledý	červený	
12	Po rozčilení	trpím nechutenstvím	mívám větší chuť k jídlu	
13	Usínám	s obtížemi	celkem snadno	
14	Oči mi slzí	velmi zřídka	dost často	
15	Horko a vyšší teplotu	snáším špatně	snáším dobře	
16	Chlad	snáším dobře	snáším špatně	

DOTAZNÍK NA SUBJEKTIVNÍ PŘÍZNAKY ZVÝŠENÉ NERVOSVALOVÉ DRÁŽDIVOSTI

1. Míváte často pocity brnění, mravenčení kolem úst či na jazyku?
ANO/NE
2. Míváte často pocit svírání na hrudníku či pocit váznoucího sousta?
ANO/NE
3. Míváte časté přežehnutí končetiny (horní, dolní) a následné mravenčení?
ANO/NE
4. Míváte často pocit zatuhlých svalů, křeče či křečovitě bolesti?
ANO/NE
5. Míváte často pocit psychického napětí, úzkosti či strachu?
ANO/NE

VYŠETŘENÍ

Měření I.Měření II.:.....

Objektivní vyšetření zvýšené nervosvalové dráždivosti

	Měření I.		Měření II.	
	L	P	L	P
Chvostkův příznak I.				
Chvostkův příznak II.				
Chvostkův příznak III.				
Trömnerův příznak				
Lustův příznak				

Postavení pánve

	Rovina	Postavení pánve		
Měření I.	Frontální	šikmá-níže:L/P	horizontální	laterální shift: L/P
	Sagitální	anteverze	neutrální	retroverze
	Rotací	rotace pánve vzad: L/P		
Měření II.	Frontální	šikmá-níže:L/P	horizontální	laterální shift: L/P
	Sagitální	anteverze	neutrální	retroverze
	Rotací	rotace pánve vzad: L/P		

Postavení páteře a hlavy

Měření I.	Lp	hyperlordóza	norma	aplanace
	Thp	aplanace	norma	hyperkyfóza
	Cp	hyperlordóza	norma	
	Postavení hlavy	předsun	norma	úklon: L/P rotace: L/P
Měření II.	Lp	hyperlordóza	norma	aplanace
	Thp	aplanace	norma	hyperkyfóza
	Cp	hyperlordóza	norma	
	Postavení hlavy	předsun	norma	úklon: L/P rotace: L/P

Postavení lopatek:

Měření I.	Výše L/P/ symetrie	Odstává dolní úhel: L/P/L+P	Odstává vnitřní hrana: L/P/L+P
Měření II:	Výše L/P/ symetrie	Odstává dolní úhel: L/P/L+P	Odstává vnitřní hrana: L/P/L+P

Vyšetření posturální stability páteře

Měření I.	Test flexe trupu	0	1	2
	Extenční test	0	1	2
	Brániční test	0	1	2
Měření II.	Test flexe trupu	0	1	2
	Extenční test	0	1	2
	Brániční test	0	1	2

Vyšetření zkrácených svalů

		vlevo			vpravo		
Měření I.	m. sternocleidomastoideus	0	1	2	0	1	2
	m. trapezius	0	1	2	0	1	2
	m. levator scapulae	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major: abd. a sternální část	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major: klavikulární část	0	1	2	0	1	2
Měření II.	m. sternocleidomastoideus	0	1	2	0	1	2
	m. trapezius	0	1	2	0	1	2
	m. levator scapulae	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major: abd. a sternální část	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major: klavikulární část	0	1	2	0	1	2

Vyšetření reflexních změn ve svalech

Měření I.		vlevo			vpravo		
		0	1	2	0	1	2
	extenzory Cp	0	1	2	0	1	2
	mm. scaleni	0	1	2	0	1	2
	m. sternocleidomastoideus	0	1	2	0	1	2
	m. trapezius	0	1	2	0	1	2
	m. levator scapulae	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis minor	0	1	2	0	1	2
	m. diaphragma	0	1	2	0	1	2
Měření II.		vlevo			vpravo		
	extenzory Cp	0	1	2	0	1	2
	mm. scaleni	0	1	2	0	1	2
	m. sternocleidomastoideus	0	1	2	0	1	2
	m. trapezius	0	1	2	0	1	2
	m. levator scapulae	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis major	0	1	2	0	1	2
	m. pectoralis minor	0	1	2	0	1	2
	m. diaphragma	0	1	2	0	1	2

CVIČENÍ S RESPIRAČNÍ POMŮCKOU THRESHOLD PEP

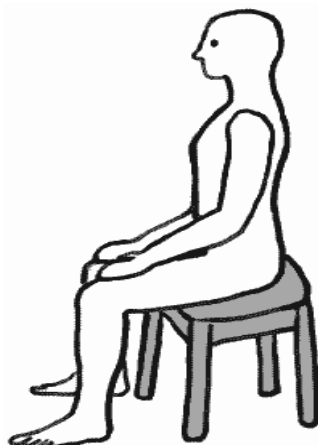
Cvičební jednotka začíná nasazením náústku k přístroji. Dále pokračujeme otočením kontrolního vypínače do požadované pozice a takto nastavíme požadovaný tlak-odpor do výdechu.

Probandka zaujme **optimální držení těla** pro cvičení. Cvičení se provádí ve vzpřímeném sedu, který ale zároveň musí být pro cvičenku pohodlný. K udržení správného postavení je možné podložení bederní páteře, např. polštářkem. Cvičení by mělo probíhat v pohodlném a volném oděvu.

Probandka si nasadí nosní klip tak, aby bylo dýchání umožněno **pouze ústy**. Ústa jsou obemknuta kolem náústku. Při dýchání slyšíme vzduch procházející přístrojem.

Dýchání s pomůckou probíhá ve správném poměru (výdech je 2-3 krát delší než nádech) po dobu 20 dechů. Následuje pauza po dobu jedné minuty. Celé cvičení zopakujeme 3 krát. Čas dýchání s pomůckou trvá 10-20 minut. Není vhodné cvičit těsně před spaním.

Obrázek 7. Vzpřímený sed



Cvičební jednotku provádíme 3 krát denně přibližně ve stejnou dobu, a to každý den po dobu 3 týdnů a pečlivě zaznamenáváme průběh cvičení. Zaznamenáváme časy ve kterých probíhalo cvičení, dobu cvičení a délku výdechu, s jakým odporem cvičení probíhalo a především pocity při cvičení (dýchalo se mi lehce, středně, těžce, vyskytla se bolest hlavy, tlak v hlavě, mžitky před očima, pocit nevolnosti, třes svalů atd). Cvičení přerušujeme pokud se při dýchání objeví nevolnost, závratě, silná bolest nebo náhlé zvýšení tepové frekvence. Tuto skutečnost o přerušení cvičení zaznamenáme do archu o cvičení s respirační pomůckou.

Po každém použití vypláchneme respirační pomůcku Threshold PEP i náústek teplou vodou a necháme na vzduchu oschnout. Přístroj se nesmí vařit ani zahřívat.